



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

Trabajo de titulación presentado como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera Forestal

**EFFECTO DE LAS HORMONAS DE ENRAIZAMIENTO EN LA PROPAGACIÓN
ASEXUAL DE *Alnus nepalensis* D. DON EN DOS TIPOS DE AMBIENTES EN LA
GRANJA EXPERIMENTAL “YUYUCOCHA”.**

AUTORA

Melany Alejandra Narváez Bustos

DIRECTOR

Ing. Mario José Añazco Romero PhD.

IBARRA – ECUADOR

2021

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

EFFECTO DE LAS HORMONAS DE ENRAIZAMIENTO EN LA PROPAGACIÓN
ASEXUAL DE *Alnus nepalensis* D. DON EN DOS TIPOS DE AMBIENTES EN LA
GRANJA EXPERIMENTAL "YUYUCOCHA".

Trabajo de titulación revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza la presentación
como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERA FORESTAL.

APROBADO



Ing. Mario Añazco, PhD.

Director de trabajo de titulación



Ing. Hugo Vallejos, Mgs.

Tribunal de trabajo de titulación



1602285722 HUGO
ORLANDO PAREDES
ACORALIGUE

Ing. Hugo Paredes, Mgs.

Tribunal de trabajo de titulación

Ibarra- Ecuador

2021

ii



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	040165144-3		
APELLIDOS Y	Narváez Bustos Melany Alejandra		
DIRECCIÓN:	Mariano Peñaherrera y Pedro Vicente Maldonado		
EMAIL:	manarvaezb@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	2981064	TELÉFONO MÓVIL:	0962050432
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	EFECTO DE LAS HORMONAS DE ENRAIZAMIENTO EN LA PROPAGACIÓN ASEXUAL DE <i>Alnus nepalensis</i> D. DON EN DOS TIPOS DE AMBIENTES EN LA GRANJA EXPERIMENTAL “YUYUCOCHA”.		
AUTOR/A:	Narváez Bustos Melany Alejandra		
FECHA: (dd/mm/aaaa)	26/02/2020		
SOLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN			
PROGRAMA:	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/>		POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Forestal		
DIRECTOR:	Ing. Mario Añazco, PhD.		

2. CONSTANCIA

La autora manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló sin violar derechos de autor de terceros; por lo tanto, la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 23 días del mes de abril de 2021

LA AUTORA



Narváez Bustos Melany Alejandra

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA - UTN

Fecha: 23 de abril del 2021.

Narváez Bustos Melany Alejandra: **EFFECTO DE LAS HORMONAS DE ENRAIZAMIENTO EN LA PROPAGACIÓN ASEJUAL DE *Alnus nepalensis* D. DON EN DOS TIPOS DE AMBIENTES EN LA GRANJA EXPERIMENTAL "YUYUCOCHA"**. /Trabajo de titulación. Ingeniera Forestal. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal. Ibarra, 23 de abril del 2021. 120 páginas.

DIRECTOR: Ing. Mario José Añazco Romero, PhD.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar la interacción de diferentes tipos de hormonas de enraizamiento en la propagación asexual de *Alnus nepalensis* D. Don en dos tipos de ambientes en la Granja Experimental "Yuyucocha".

Entre los objetivos específicos se encuentran: Identificar el sitio más adecuado, entre un ambiente natural y uno controlado, en el que las hormonas brinden resultados óptimos., Comparar el efecto de las hormonas de enraizamiento químico y naturales en la propagación asexual de la especie., Determinar el costo de propagación asexual de *Alnus nepalensis* D. Don en los distintos tratamientos con el uso de hormonas naturales y una hormona química en los dos tipos de ambientes.



Ing. Mario José Añazco Romero, Ph.D.

Director de trabajo de titulación



Melany Alejandra Narváez Bustos

Autor/a

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo al amor de mi vida, Thiago Andrés, por ser mi inspiración, iluminar mi camino y darme fuerzas día a día para continuar.

A mi madre Soledad y a mi hermana Fátima, por ser los pilares fundamentales en mi vida, por sus palabras de aliento, consejos y compañía a lo largo de toda mi trayectoria.

A mis abuelitos Guillermo y Teresa, quienes me brindaron su total comprensión, cariño y apoyo de forma incondicional en mi preparación académica.

A mi tío Jairo quien supo acompañarme y brindarme consejos valiosos.

A toda mi familia, quienes de una u otra forma estuvieron pendientes de mí, de mi avance personal y profesional.

¡Por y para ustedes!

AGRADECIMIENTOS

A Dios quien conoció mi sentarme y mi levantarme.

A mi familia por brindarme su apoyo en todo momento a lo largo de mi etapa estudiantil.

A mi director de tesis, Ing. Mario Añazco quien con su gran conocimiento y experiencia me apoyó en todo momento para la culminación de mi trabajo, a los asesores de mi tesis Ing.

Hugo Vallejos e Ing. Hugo Paredes y al Ing. Jorge Ramírez por la paciencia, las enseñanzas, el tiempo y el apoyo técnico brindado.

A la Universidad Técnica del Norte y a la carrera de Ingeniería Forestal por haberme facilitado las instalaciones del vivero e invernadero para el desarrollo del estudio.

A Bri, Javi, Juan C., Dani, Lady, Stiven, a todos y cada uno de mis amigos que de varias formas me apoyaron a lo largo del progreso de mi investigación.

Gracias de corazón.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	iii
REGISTRO BIBLIOGRÁFICO	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTOS	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO I.....	15
INTRODUCCIÓN	15
1.1. Objetivos.....	16
1.1.1. General	16
1.1.2. Específicos	16
1.2. Hipótesis	16
CAPÍTULO II	18
MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. Fundamentación legal.....	18
2.1.1. Constitución de la República del Ecuador	18
2.1.2. Código Orgánico del Ambiente (COA)	18
2.1.3. Plan Nacional de Desarrollo	20

2.1.4.	Línea de investigación	20
2.2.	Fundamentación Teórica	21
2.2.1.	Contexto forestal ecuatoriano	21
2.2.2.	Deforestación.....	23
2.2.3.	Incentivos forestales	24
2.2.4.	Plantaciones forestales.....	25
2.2.5.	Aprovechamiento de madera	26
2.2.6.	Sistema de clasificación de la vegetación	27
2.2.7.	Propagación asexual	28
2.2.8.	Beneficios de la propagación asexual	29
2.2.9.	Partes vegetativas	30
2.2.10.	Enraizamiento.....	34
2.2.11.	Descripción de la especie.....	35
2.2.12.	Importancia social, económica y ambiental de la especie	36
2.2.13.	Hormonas	37
2.2.14.	Prendimiento	39
2.2.15.	Investigaciones relacionadas.....	39
2.2.16.	Costos.....	41
CAPITULO III.....		43
MATERIALES Y MÉTODOS		43
3.1.	Ubicación del sitio	43
3.1.1.	Política.....	43
3.1.2.	Geográfica	44
3.2.	Datos climáticos.....	45
3.3.	Materiales, equipos e insumos	45
3.3.1.	Materiales	45

3.3.2. Equipos.....	46
3.3.3. Insumos	46
3.4. Metodología.....	47
Metodología 1.....	47
3.4.1. Selección de sitio.....	47
3.4.2. Selección de árboles	47
3.4.3. Recolección de material vegetativo	48
3.4.4. Diseño experimental	49
3.4.5. Distribución de tratamientos	50
3.4.6. Instalación del ensayo.....	51
3.4.7. Labores de mantenimiento.....	53
3.4.8. Evaluación de las variables.....	55
Metodología 2.	56
3.4.9. Análisis de costos	56
CAPITULO IV	60
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	60
4.1.1 Variables evaluadas a los 30 días	60
4.1.2 Variables evaluadas a los 90 y 150 días.....	61
4.1.3. Supervivencia.....	66
4.1.4. Estacas con brotes y raíces a los 150 días.....	67
4.1.5. Estado fitosanitario.....	68
4.1.6. Costos de producción	72
CAPITULO V	76
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
5.1. Conclusiones.....	76
5.2. Recomendaciones	76

CAPÍTULO VI.....	77
REFERENCIAS	77
CAPÍTULO VII.....	86
ANEXOS.....	86
FOTOGRAFÍAS	119

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características del experimento	50
Tabla 2 Distribución de tratamientos	51
Tabla 3 Resultados estadísticos del comportamiento de las estacas a los 30 días	60
Tabla 4 Resultados del comportamiento de las estacas a los 30 días de prendimiento.....	61
Tabla 5 Resultados estadísticos del comportamiento de las estacas a los 90 y 150 días.	62
Tabla 6 Resultados del comportamiento de las estacas a los 150 días de prendimiento.....	64
Tabla 7 Resultados de prendimiento de las estacas por tratamiento	65
Tabla 8 Porcentaje de sobrevivencia a los 150 días.	66
Tabla 9 Estacas y brotes evaluadas al final del ensayo.	67
Tabla 10 Registro semanal de la temperatura de vivero e invernadero.....	69
Tabla 11 Registro semanal de la temperatura de vivero e invernadero.....	710
Tabla 12 Registro semanal de la temperatura de vivero e invernadero.....	71
Tabla 13 Costos de producción de estacas por tratamiento en invernadero.....	73
Tabla 14 Costos de producción de estacas por tratamiento en vivero.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Porcentaje de tierras ocupadas.....	23
Figura 2 Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes.....	28
Figura 3 Mapa de ubicación de lugar de recolección de material vegetativo	43
Figura 4 Mapa de ubicación del ensayo.....	44
Figura 5 Representación del lugar de obtención del material vegetativo	48

TÍTULO: EFECTO DE LAS HORMONAS DE ENRAIZAMIENTO EN LA PROPAGACIÓN ASEXUAL DE *Alnus nepalensis* D. DON EN DOS TIPOS DE AMBIENTES EN LA GRANJA EXPERIMENTAL “YUYUCOCHA”.

Autora: Melany Alejandra Narváez Bustos

Director de trabajo de titulación: Ing. Mario José Añazco Romero, PhD.

Año: 2021

RESUMEN

La propagación asexual de *Alnus nepalensis* D. Don limitada en Ecuador y el bajo porcentaje germinativo por la vía sexual (5-6%) han provocado que no se aproveche la especie al máximo. El objetivo de la investigación fue evaluar la interacción de diferentes tipos de hormonas de enraizamiento en la propagación asexual de *Alnus nepalensis* D. Don en dos tipos de ambientes en la Granja Experimental “Yuyucocha” que fueron vivero e invernadero, se aplicó un diseño en parcelas divididas con arreglo irrestricto al azar; los ambientes representan la parcela mayor y las hormonas (infusión de trigo, café, sauce, Hormonagro #1 y testigo) forman las subparcelas, se utilizaron 600 estacas de rebrotes aéreos, producto de podas anteriores, de la copa media y alta de 56 árboles. Las variables evaluadas fueron: número de brotes, enraizamiento, estado fitosanitario, estacas con brotes y raíces y sobrevivencia. A los 30 días los prendimientos más altos fueron T2 (sauce) con 26,66% en invernadero y T5 (Hormonagro #1) con 43,33% para vivero. Los costos de producción varían entre \$1,51 y \$1,66 en invernadero y entre \$1,64 y \$1,80 en vivero. Al final del experimento no se obtuvo producción de plántulas para ningún tratamiento ni ambiente. La especie en estudio presenta dificultad en la propagación asexual.

Palabras clave: Aliso, estacas, material vegetativo, propagación, vivero.

TOPIC: EFFECT OF ROOTING HORMONES ON THE ASEXUAL PROPAGATION OF *Alnus nepalensis* D. DON IN TWO TYPES OF CONDITIONS IN THE "YUYUCOCHA" EXPERIMENTAL FARM.

Author: Melany Alejandra Narváez Bustos

Director of thesis: Ing. Mario José Añazco Romero, PhD.

Year: 2021

ABSTRACT

The asexual propagation of *Alnus nepalensis* D. Don is limited in Ecuador and the low germination percentage by the sexual route (5-6%) has resulted in the species being unexploited to its full potential. The objective of the research was to evaluate the interaction of different types of rooting hormones in the asexual propagation of *Alnus nepalensis* D. Don in two types of environments at the Experimental Farm "Yuyucocha" which were nursery and greenhouse, a design was applied in divided plots with an unrestricted randomized arrangement; the environments represent the larger plot and the hormones (infusion of wheat, coffee, willow, Hormonagro #1 and control) form the subplots, 600 cuttings of aerial shoots product of previous pruning were used, from the medium and high crown of 56 trees. The variables evaluated were: number of shoots, rooting, phytosanitary status, cuttings with shoots and roots, and survival. At 30 days, the highest yields were T2 (willow) with 26.66% in the greenhouse and T5 (Hormonagro #1) with 43.33% in the nursery. Production costs varied between \$1.51 and \$1.66 in the greenhouse and between \$1.64 and \$1.80 in the nursery. At the end of the experiment, no seedling production was obtained for any treatment or environment. The species under study presents difficulties in asexual propagation.

Keywords: Alder, cuttings, vegetative material, propagation, nursery.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La propagación vegetativa brinda una alternativa posible para la producción de plántulas de calidad mediante partes vegetativas (Enriquez, 2015), mantiene las características fenotípicas de los progenitores y donde se asegura las ganancias genéticas, las mismas que pueden llegar a perderse en la propagación sexual de especies forestales cuyos porcentajes de prendimiento son bajos como en el caso de aliso.

Alnus nepalensis D. Don, al ser una especie introducida de Nepal, la investigación de su silvicultura en cuanto a propagación asexual es limitada en Ecuador lo que no ha impulsado el aprovechamiento de la especie en su totalidad, a diferencia de otras nativas cuya silvicultura es conocida en el país y en otros lugares (Añazco, Vallejos, y Vizcaíno, 2018).

Debido a la limitada respuesta de la especie en propagación sexual, han existido otras iniciativas para propagar la especie por la vía asexual, como por estacas de la zona alta y media de la copa del árbol, obteniendo porcentajes de prendimiento bajos (3,3%), sin encontrar aun la mejor técnica de propagación asexual efectiva y las destrezas en la recolección del material vegetativo para la obtención de plántulas.

Alnus nepalensis D. Don es una especie con gran aceptación en la zona de Intag, con un área ocupada de 128 ha entre árboles, desde un año hasta más de 20 años, distribuido en seis parroquias (Cevallos, 2017), debido a su rápido crecimiento es una especie cotizada en el mercado para madera en la actualidad (Ruiz, 2017).

Según Añazco et al. (2018) en un estudio silvícola de la especie, *Alnus nepalensis* D. Don es un árbol de rápido crecimiento, mostrando valores de altura de 28 m y diámetro de hasta 83 cm a los 22 años, encontrados en sistemas agroforestales en asocio con café.

El establecimiento en plantaciones de aliso por medio de estacas puede ser una alternativa beneficiosa para desarrollar individuos con mejores características genéticas (Zobel y Talbert, 1988), y aprovechar el rendimiento de estas para fuste recto, ya que se usa la madera en mueblería, elaboración de tableros y artesanías.

El empleo de hormonas que aceleran o favorecen el enraizamiento de estacas, satisface la necesidad de producción del material vegetativo, moderadamente se emplean auxinas para

que al abrirse las yemas, estimulen la formación de raicillas, la falta de suficiente producción de hormonas se completa con el ácido indolbutírico aplicado en pequeñas cantidades. (Chonillo, 2016)

El presente estudio brinda información de la propagación vegetativa de *Alnus nepalensis* D. Don mediante el empleo de hormonas de enraizamiento como una alternativa de propagación para los agricultores.

1.1. Objetivos

1.1.1. General

Evaluar la interacción de diferentes tipos de hormonas de enraizamiento en la propagación asexual de *Alnus nepalensis* D. Don en dos tipos de ambientes en la Granja Experimental “Yuyucocha”.

1.1.2. Específicos

- Identificar el sitio más adecuado, entre un ambiente natural y uno controlado, en el que las hormonas brinden resultados óptimos.
- Comparar el efecto de las hormonas de enraizamiento químico y naturales en la propagación asexual de la especie.
- Determinar el costo de propagación asexual de *Alnus nepalensis* D. Don en los distintos tratamientos con el uso de hormonas naturales y una hormona química en los dos tipos de ambientes.

1.2. Hipótesis

Hipótesis para el objetivo 1:

Ha = El ambiente natural no produce los mismos resultados que el ambiente controlado en la propagación asexual de la especie.

Ho = El ambiente natural produce los mismos resultados que el ambiente controlado en la propagación asexual de la especie.

Hipótesis para el objetivo 2:

Ha = Las hormonas naturales no producen los mismos efectos que la hormona química en el enraizamiento del material vegetativo de *Alnus nepalensis* D. Don.

Ho = Las hormonas naturales producen los mismos efectos que la hormona química en el enraizamiento del material vegetativo de *Alnus nepalensis* D. Don.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentación legal

2.1.1. Constitución de la República del Ecuador

Art. 71.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

Art. 404.- El patrimonio natural del Ecuador único e invaluable comprende, entre otras, las formaciones físicas, biológicas y geológicas; cuyo valor desde el punto de vista ambiental, científico, cultural o paisajístico exige su protección, conservación, recuperación y promoción. Su gestión se sujetará a los principios y garantías consagrados en la Constitución y se llevará a cabo de acuerdo al ordenamiento territorial y una zonificación ecológica, de acuerdo con la ley.

Art. 406.- El Estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación, y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados; entre otros, los páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos y manglares, ecosistemas marinos y marinos-costeros.

Art. 407.- Se prohíbe la actividad extractiva de recursos no renovables en las áreas protegidas y en zonas declaradas como intangibles, incluida la explotación forestal. Excepcionalmente dichos recursos se podrán explotar a petición fundamentada de la Presidencia de la República y previa declaratoria de interés nacional por parte de la Asamblea Nacional, que, de estimarlo conveniente, podrá convocar a consulta popular.

2.1.2. Código Orgánico del Ambiente (COA)

Art. 93: Gestión del Patrimonio Forestal Nacional. La gestión del Patrimonio Forestal Nacional se ejecutará en el marco de las siguientes disposiciones fundamentales:

Literal 6. Manejo forestal sostenible. El Régimen Forestal Nacional promoverá el manejo forestal sostenible como estrategia para garantizar el uso racional del bosque natural, excluyendo actividades ilegales como la extracción, degradación y deforestación.

Art. 109: Disposiciones generales para el manejo forestal sostenible. Las disposiciones generales deberán orientarse a:

Literal 3. Conservar la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y el paisaje.

Art. 118: Restauración ecológica. En las actividades de restauración ecológica de suelos o ecosistemas se priorizará la regeneración natural cuando esta sea posible técnica, económica y socialmente.

Art. 119: Prioridad nacional. Las plantaciones forestales con fines de conservación y producción son de prioridad nacional. Se impulsarán e implementarán programas o proyectos de reforestación con fines de conservación o restauración, especialmente en las zonas de manglar o servidumbres ecológicas afectadas, y en general, en todas aquellas áreas que se encuentren en proceso de degradación.

Las plantaciones forestales y sistemas agroforestales de producción constituirán medios para aliviar la presión sobre los bosques naturales, por la demanda de madera y sus derivados.

Art. 124: De los Sistemas Agroforestales. Los sistemas agroforestales y los árboles de la regeneración natural orientarán sus actos de la siguiente forma:

Literal 2. Para el aprovechamiento en sistemas agroforestales productivos o árboles de la regeneración natural no se requerirá de un plan de manejo. El aprovechamiento de los recursos forestales en estos sistemas estará sujeto a un procedimiento simplificado de autorización.

Art. 133: Investigación científica, innovación y desarrollo tecnológico y extensión forestal. La Autoridad Ambiental Nacional, la Autoridad Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, la Autoridad Única del Agua y la Autoridad Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y Saberes Ancestrales identificarán y propondrán iniciativas para la investigación científica, innovación y desarrollo tecnológico y extensión forestal con base a sus competencias.

2.1.3. Plan Nacional de Desarrollo

Objetivo 3: Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones

Política 3.6: sostiene que se debe de impulsar y generar bio-conocimiento como alternativa a la producción primario-exportadora, así como el desarrollo de un sistema que impulse la bioseguridad, precautelando condiciones ambientales que posiblemente afecten a personas y a seres vivos (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [SENPLADES], 2017).

2.1.4. Línea de investigación

El estudio se enmarca en la línea de investigación de la Carrera de Ingeniería Forestal: Desarrollo agropecuario y forestal sostenible.

2.2. Fundamentación Teórica

2.2.1. Contexto forestal ecuatoriano

Ecuador posee una extensión de 256 370 km² en las que alberga 25 de las 32 zonas de vida, en 1 km² de bosque húmedo tropical existen 1250 variedades de plantas de 136 familias distintas (Barrantes, Chaves, y Vinueza, 2001). Ecuador dispone de una cobertura natural de 15 millones de ha., es decir, 59,8% de la superficie total del país (Ministerio del Ambiente del Ecuador [MAE], 2014), de las cuales el 56,7% presenta aptitud forestal (Barrantes et al., 2001). Los bosques, según Sanchez (2015), abarcan un área del 55,1% y las zonas agrícolas y pastizales el 32,7%, mientras que para Palacios (2014) el mayor porcentaje de tierras para aptitud forestal está ubicado en la región oriental con el 21% del territorio nacional.

Los bosques del Ecuador (12 883 459 ha) hasta 2014 según MacDicken et al. (2016), brindan una gran riqueza florística, así como valores ecológicos, bienes y servicios, sin embargo, se ve en peligro por la deforestación de acuerdo con Caicedo y Vallejo (2019). Además de que hoy son considerados como un ecosistema frágil en todo el mundo por las acciones de degradación debido a la conversión de tierras para la agricultura, perdiendo especies que usan a los bosques como hábitats. Ecuador de 11 200 000 ha de bosque nublado apenas 1 448 700 ha son superficies protegidas (Brown y Kappelle, 2001).

“Los bosques nativos permanentes abarcan un área de 9,5 millones de ha, de los cuales se pierden cerca de 60 mil ha al año por actividades antrópicas” (Yanez y Granda, 2016, p. 19).

La producción de bosques nativos en cuanto a rendimientos es de 6 a 10 m³/ha/año, no se comparan con la producción de las plantaciones forestales de 60 a 100 m³/ha/año, así como los procesos aplicados para el aprovechamiento de madera en bosques en los que de acuerdo con López y Muñoz (2017) se aprovecha el 10% de madera comercial debido a tala selectiva, a diferencia del 80% que se consigue en plantaciones, lo que significa una disminución del 95% de la biodiversidad por cambio de uso de suelo.

El sector forestal provee de bienes y servicios a personas y varios sectores como el turismo, agricultura, investigación, y a la economía del país. Dentro de la balanza comercial en cuanto a transformación es positiva, pero para papel y cartón la balanza se torna negativa. Aun

así el sector forestal aporta el 1% al PIB (Producto Interno Bruto) (Owen y Thiel, 2006). Cerca de 230.000 personas dependen de la actividad forestal en el país, lo que simboliza el 8% de la población económicamente activa (Viteri y Cordero, 2010).

Se calcula que existen 90 mil hectáreas de árboles plantados en la Sierra, 50 mil hectáreas en la Costa y 25 mil hectáreas en la Amazonía a modo de sistemas agroforestales, de igual forma las plantaciones de *Pinus spp.* y *Eucalyptus spp.* ocupan 167 mil hectáreas del territorio, así como de 362 especies, existen 91 comerciales, 77 con potencial económico y 194 sin conocerse su uso (Sanchez, 2015).

Existen varias especies arbóreas (50 mil) y forestales en los bosques, donde son aprovechadas las de mayor valor para fines comerciales como cedro (*Cedrela fissilis*) y virola (*Virola spp.*), convirtiéndose el bosque en la principal fuente de madera para la industria maderera del país con aprovechamientos de 30 m³ (Ecuador Forestal, 2012).

Autores como Viteri y Cordero (2010) afirman que la oferta de madera se maneja en 6.08 millones de m³/ año, con el 64% de madera extraída de bosques primarios y el 36% de plantaciones para cubrir el consumo de la industria de 2.8 millones de m³ de leño en pie. La mayor cantidad de madera se obtiene principalmente de plantaciones forestales (62,8%); bosque nativo (15,35%); sistemas agroforestales (13,75%) y formaciones pioneras (8,10%) (Añazco, Morales, Palacios, Vega, y Cuesta, 2010). Las especies arbóreas utilizadas en sistemas silvopastoriles de la familia Betulaceae no se aprovechan en mayor cantidad para madera sino para otros servicios como leña, abono verde, fijación de nitrógeno al suelo y sombra (Salazar, 2018).

Ecuador posee un fuerte mercado interno en cuanto a producción y consumo de madera; el sector inmobiliario ha presentado un gran incremento en su demanda de madera, con lo que las plantaciones forestales han suplido la demanda. Los bosques nativos no han reducido su aprovechamiento, debido a que las plantaciones no cuentan con especies forestales propias del bosque nativo (Mejia y Pacheco, 2013)

De acuerdo con Castro, Lopez, Sierra, Calva, y Camacho (2013) las acciones direccionadas a frenar la deforestación en bosques primarios influyen de manera directa en su conservación. El MAE a través de incentivos y la creación de zonas protegidas o bosques protectores a nivel nacional regula su protección con la aplicación de políticas públicas.

2.2.2. Deforestación

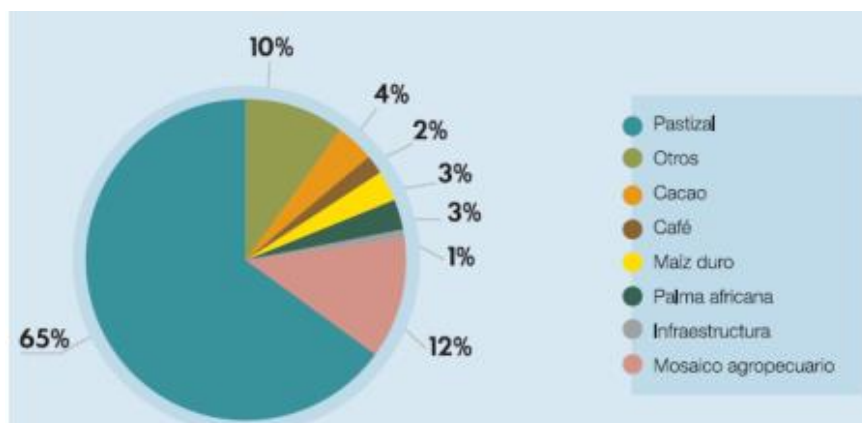
Las nuevas tecnologías modernas agro-empresariales, problemas de eutrofización, contaminación y disminución de la biodiversidad provocan impactos como la deforestación. El valor de la pérdida de bosques es de -0,37%, lo que equivale a 47 mil hectáreas (MAE, 2016); las causas de deforestación están relacionadas también con la cercanía a caminos o a su apertura no planificada (Leguia y Moscoso, 2015).

En el periodo de 2008 a 2011 el área ocupada por pastos en uso se redujo, mientras que el ganado vacuno incrementó; el crecimiento de plantaciones de palma africana, las políticas, la gestión y uso de suelo promovió la deforestación en el país (MAE, 2016b), junto con la agricultura comercial que causó el 70% de la deforestación en Ecuador Continental (FAO, 2016) que se aplica hasta agotar los nutrientes del suelo, ganadería extensiva, tala ilegal (5%), aprovechamiento para leña (3%) e incendios forestales (2%) (Sepúlveda y Ibrahim, 2013), extracción selectiva de madera y la inseguridad en la tenencia de la tierra (MAE, 2013).

Durante el periodo de 2008 a 2014 el 65% de bosque se convirtió en pastizal, el 12% a mosaicos agropecuarios, el 4% para cacao, 3% para maíz duro, el 3% a palma africana, el 2% para café, más de 10% en otros tipos de cobertura y por último, el 1% de la superficie deforestada pasó a infraestructura, y asentamientos humanos como lo muestra la figura 1 (MAE, 2016a).

Figura 1.

Porcentaje de tierras ocupadas.



Fuente: (MAE, 2016a, p. 48)

De acuerdo con Sandoval y Le-Coq (2017) la deforestación debido al avance de la frontera agrícola, la ganadería y el sobrepastoreo, es la causa principal de la pérdida de bosques y una de las principales causas del cambio climático, pérdida de biodiversidad y servicios ecosistémicos, contribuye en un 20% a la producción de CO₂, lo cual ocasiona una pérdida hasta el 2014 de 47 497 ha (MacDicken et al., 2016).

Las consecuencias de la deforestación incluyen el aumento del número de plagas de los cultivos, incremento de enfermedades en la producción pecuaria, alteraciones en la interacción del ambiente y pérdida de propiedades del suelo (Sepúlveda y Ibrahim, 2013).

Los datos de deforestación muestran un incremento lineal de 197 mil ha/año entre 1990 y 2010, lo que refleja una tasa de deforestación del 1,5%, con mayor incidencia en la Costa, los Andes y la Amazonía (Mejía y Pacheco, 2013).

Las proyecciones de deforestación muestran que se frenará en la década presente, de acuerdo a índices demográficos y mapas de uso de suelo. Para el periodo 2008-2020 la cifra de deforestación es 70% inferior al periodo 2000-2008 en la mayor parte del territorio ecuatoriano, a diferencia del norte de la Amazonía donde la proyección de deforestación estaría en ascenso debido a la prosperidad del sector agropecuario. Los parches fueron ocasionados por grandes ganaderos o pequeños que lo realizaron en forma vinculada para propiciar cultivos de cacao, palma africana y palmito (Castro et al., 2013, pp. 24-26). Según afirma Sierra (2013) si bien la deforestación, con análisis global, disminuiría; mediante un análisis nacional, la tendencia de deforestación incrementaría de acuerdo a los cambios del desarrollo social y al incremento de mercados que dinamizan la economía, con una mayor demanda de productos obtenidos en sitios luego de la deforestación.

2.2.3. Incentivos forestales

Los incentivos forestales se establecen en la Ley Forestal y de Conservación de las Áreas Naturales y vida Silvestre, dentro del capítulo IX, en los artículos 54, 55 y 56, así como también los gobiernos autónomos descentralizados emiten ordenanzas para el mejoramiento de la calidad ambiental mediante programas orientados al manejo forestal sustentable (Vargas, 2011).

De acuerdo con Samaniego (2011): La intervención del Estado mediante instrumentos económicos (valor monetario) y no económicos (volúmenes de uso, regulaciones ambientales) permiten alcanzar objetivos y metas públicas, para el desarrollo social y la conservación del ambiente. Los incentivos se enfocan en disminuir los efectos negativos e impulsar actividades para conseguir efectos positivos, como la reducción del área deforestada (p. 126-128).

Yanez y Granda (2016) afirman que Ecuador es uno de los países latinoamericanos que apoyan las inversiones forestales de manera directa o indirecta mediante programas como Socio bosque, debido a la deforestación avanzada de los bosques, para que mediante un aprovechamiento legal genere ingresos económicos a los finqueros.

En el ámbito económico el país brinda los siguientes beneficios: soporte y subvención del 50%, 70% y 90% en los costos de proyectos forestales, disminución en los costos de trámites para el aprovechamiento forestal, construcción de vías y asistencia técnica. Uno de las estrategias para crear incentivos es el plan nacional de forestación y reforestación que incluye programas de forestería social y agroforestería (Vargas, 2011) y plantaciones comerciales para obtener materia prima, mediante incentivo de una transferencia económica no reembolsable a través del Ministerio de Agricultura y Ganadería (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca [MAGAP], 2015).

La mayor cantidad de leña, servicios ambientales y productos no madereros provienen principalmente de los bosques nativos y no de plantaciones, mientras que la madera para uso industrial se obtiene de plantaciones (Haltia y Keipi, 1997).

Los incentivos están orientados al uso adecuado de los recursos, a la protección y conservación de los recursos naturales, hídricos y la biodiversidad de flora y fauna, desarrollo adecuado de los sistemas agrícolas y a propiciar la seguridad y soberanía alimentaria.

2.2.4. Plantaciones forestales

Según Mejía y Pacheco (2013) las plantaciones forestales cubren un terreno aproximado de 220 000 ha, representan el 62,8% del total de madera aprovechada en Ecuador (MAE, 2010), de las cuales las 2/3 partes están ocupadas por especies como *Eucaliptus spp.* o *Pinus spp.* en la Sierra, y en la Costa las ocupan especies como *Ochroma pyramidale*, *Tectona spp.* *Gmelina spp.* y *Cordia alliodora* y el menor porcentaje de tierra ocupada se encuentra en la Amazonía, a pesar de que en esta región predominan los sistemas agroforestales (Ecuador Forestal, 2007a).

Las plantaciones forestales se establecen en tierras agrícolas que han sido abandonadas por que dejaron de ser productivas y se usan especies forestales de rápido crecimiento como *Eucaliptus spp.* o *Pinus spp.* para producción industrial o aprovechamiento local (Haltia y Keipi, 1997). Aquellas plantaciones destinadas a fines comerciales generan materia prima para la industria y la exportación, además de disminuir la presión en el bosque nativo (García, 2019).

En el 0,01% del Ecuador se encuentran plantaciones de bosques cultivados y existen 3.686 millones de hectáreas con aptitud para la recuperación de tierras forestales con bosques plantados para protección, conservación y producción (Ecuador Forestal, 2007a), que se encuentran ubicadas en la Sierra, en las cuencas altas con problemas de erosión de suelo (Guzmán, 2014).

2.2.5. Aprovechamiento de madera

El volumen aprovechado de madera legal es registrado por el SAF (Sistema de Administración Forestal), pero no se conoce el volumen comercializado de forma ilegal (Mejia y Pacheco, 2013, p. 10). De acuerdo con Mogrovejo (2017) en zonas alejadas el aprovechamiento suele llevarse a cabo sin acatar los reglamentos forestales. Parte del aprovechamiento ilegal a gran escala lo realizan las grandes empresas en bosques públicos, privados o tierras comunales.

Los recursos forestales maderables como muebles producidos por talleres y fábricas pequeñas (Ecuador Forestal, 2007b) están orientados hacia el mercado interno, sin embargo, la industria de aglomerados y contrachapados también está vinculada con el sector internacional, donde las exportaciones de este tipo alcanzan el 1% a comparación de las exportaciones totales (Banco Central del Ecuador, 2012). El aprovechamiento de madera se encontraba entre 2,2 a 2,8 millones de m³ entre 2007 y 2011, reconociendo que la mayor parte del aprovechamiento de madera se ha realizado en plantaciones forestales, que han sido las que han podido cumplir con la demanda de madera del sector industrial, constituyendo el 80% de materia prima, principalmente pino, eucalipto, balsa y teca, con mayor volumen en la Costa, seguido de la Sierra (Mejia y Pacheco, 2013).

El aprovechamiento de madera legal de la Amazonía es de 116 000 m³/año de los que cerca del 96% provienen de programas de aprovechamiento forestal sustentable, mientras que los productos como tablas provienen de programas de aprovechamiento forestal simplificado,

con el 32% de aprovechamiento de maderas duras y el 68% de maderas suaves (Gatter y Romero, 2005). Aliso se aprovecha en un 49%, con volumen en pie de 322,74 m³ (220 árboles) (Gatter y Romero, 2005).

El mayor volumen de madera se obtiene de plantaciones forestales que equivalen al 62,81% del total de madera que se autorizó para el periodo 2007-2009, obteniendo mayor rendimiento de una plantación pura con 94 m³ a diferencia de una con árboles plantados que es de 53 m³ (MAE, 2010). Una parte importante de madera procede de sistemas agroforestales que abarcan el 13,69% del total de madera autorizada para aprovechamiento en Ecuador; mientras que de formaciones pioneras se registra un promedio de 7,95% (MAE, 2010).

Según MAE (2010) los programas de corta de plantaciones, generaron para el año 2009 el 7,98% del volumen autorizado, los programas de aprovechamiento forestal simplificado en bosque nativo generaron 7,61%, los programas de aprovechamiento sustentable concentran el 7% y los programas de corta de árboles relictos el 5,83%. Los volúmenes de madera autorizados incrementaron en el lapso de 4 años (2007-2011) de 2,2 a 2,8 millones de m³ (Mejía y Pacheco, 2013).

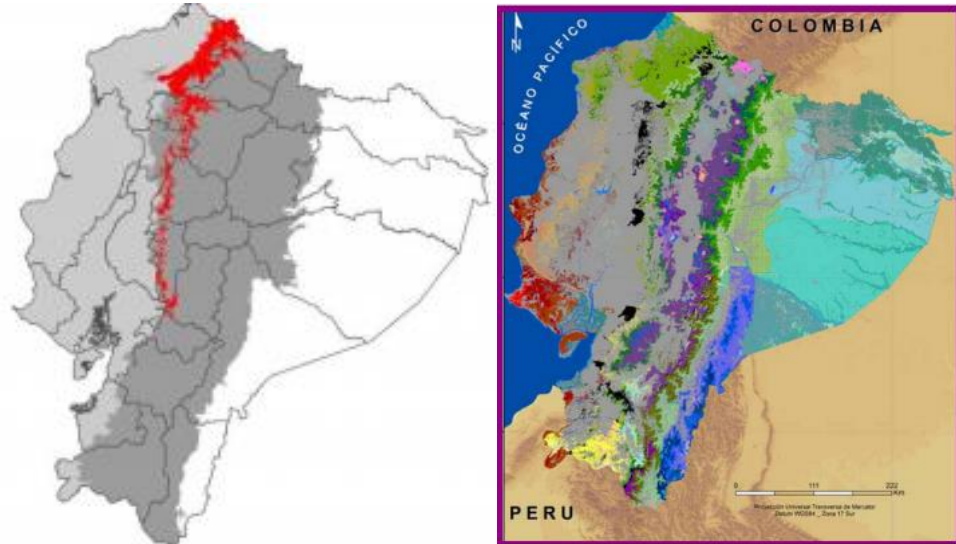
2.2.6. Sistema de clasificación de la vegetación

De acuerdo al mapa de ecosistemas propuesto por (MAE, 2012) Intag se encuentra como Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes, mientras que para (Cerón, Palacios, Valencia, y Sierra, 1999) se clasifica como bosque siempreverde pie montano, sector de las estribaciones de la cordillera occidental, subregión norte y centro y para (Josse et al., 2003) son bosques pluviales pie montanos de los Andes del Norte.

Según Muriel (2008) estos bosques se caracterizan por encontrarse formando una franja a lo largo de las estribaciones, en el norte y centro de la cordillera Oriental su rango altitudinal alcanza los 2000 msnm como lo muestra la figura 2.

Figura 2.

Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes.



Fuente: (MAE, 2012)

2.2.7. Propagación asexual

De acuerdo con Park, Bonga, y Moon, (2016) indican que es la herramienta que utiliza partes vegetativas (raíces, tallos, ramas, hojas) para multiplicar una especie vegetal. El uso de tejidos vegetales brinda la posibilidad de conservar la potencialidad del material seleccionado, y eliminar la dependencia del uso de semillas (R. Salazar, 1995).

Se realizan con partes de una planta, que contengan brotes y capacidad para enraizar y formar nuevos individuos, que mantengan las características genótípicas en generaciones futuras (Zanoni, 1975) mediante órganos caulinarios como ramas o brotes radicales (García, 1974).

Según Caso (1992) la capacidad de propagación asexual depende en gran medida del estado del material que se usa para propagar, el estado juvenil condiciona el éxito de la propagación, cuanto más joven sea el individuo se obtendrán mejores resultados en su propagación. Una señal del gradiente de juventud es la diferencia en la capacidad de crear raíces adventicias por los nudos que presentan ciertas especies forestales.

Los factores fisiológicos que afectan y condicionan el inicio de la fase adulta se encuentra el nivel de giberelinas, el ácido abscísico y las condiciones ambientales; a pesar de que el árbol se encuentre en la fase adulta, ciertas partes de este pueden mantener características juveniles. Los brotes juveniles aparecen cuando el individuo es sometido a podas (Caso, 1992).

Según el concepto de Passecker (1947) el avance de la maduración es irreversible, empezando desde las zonas basales hasta los extremos de las ramas, significando que los caracteres que establecen el estado juvenil están programados y son irrecuperables.

De acuerdo con Sánchez (2019) el éxito de la propagación asexual depende de la reducción del déficit hídrico, optimización de la fotosíntesis, uso de sustratos correctos y hormonas de enraizamiento para la formación y desarrollo de raíces.

La propagación asexual de árboles arroja resultados con bajos porcentajes de prendimiento, debido a que sólo cierto grupo de especies arbóreas tienen esta capacidad. Sin embargo, el empleo de estacas es una técnica que puede aplicarse en ensayos de especies que presentan dificultades en el enraizamiento (Montoya, 2015).

De acuerdo con Castrillón, Carvajal, Ligarreto, y Magnitskiy (2008) una de las desventajas de la propagación asexual es el bajo porcentaje de enraizamiento de las estacas en condiciones controladas.

2.2.8. Beneficios de la propagación asexual

Muchas plantas no producen semillas, se reproducen de manera sexual por esporas y de forma asexual por fragmentación (Raven, Evert, y Eichhorn, 1992) y si lo hacen mediante semillas su porcentaje germinativo es bajo o nulo, así que la propagación asexual es un modelo alternativo para conseguir resultados de propagación. La propagación por estacas permite obtener plantas con mayor vigor en poco tiempo.

La propagación asexual de individuos brinda una ganancia importante en una sola generación, a diferencia de la propagación por vía sexual de especies forestales, que al ser diferentes entre árboles y presentar un largo periodo de vida, es necesario varias generaciones para lograr un mejoramiento y una ganancia genética (Caso, 1992).

Se mantiene el genotipo parental con las características en la descendencia. Los fenotipos seleccionados mantienen sus genotipos y se reproducen de forma idéntica, lo que

brinda la posibilidad de mantener la varianza genética aditiva, relacionada al número de genes que son favorables que se transmiten y controlan un carácter y no aditiva que relacionada a las interacciones debido a las combinaciones de genes y transmitida a las generaciones siguientes (Abedini, 2005).

2.2.9. Partes vegetativas

2.2.9.1. *Estolones*

Se conoce como brote lateral, delgado, que nace de la base del tallo y crece de forma horizontal con referencia al suelo, sobre o bajo la tierra, presentan entrenudos cortos y largos de forma alternada generando raíces adventicias (Osuna, Osuna, y Fierro, 2016). La porción que engrosa del ápice del estolón genera raíces adventicias para terminar formando una yema que continúa el estolón (Raven et al., 1992).

2.2.9.2. *Rizomas*

Son tallos subterráneos con varias yemas que toman áreas aledañas a la planta original y forman vástagos floríferos de cada nudo (Raven et al., 1992).

2.2.9.3. *Acodos*

Es un método de reproducción de árboles en el cual se induce la producción de raíces en una rama o de forma subterránea, se coloca una rama en el suelo y cubre con tierra, sin separarlo de la planta madre para obtener un árbol idéntico a su progenitor (Siura, 2016).

2.2.9.4. *Esquejes*

Según Colombo (2018) son porciones de una planta, generalmente el tallo o la rama, para que desarrolle y forme una nueva planta en las condiciones adecuadas, y conservar las características de la planta madre. Los esquejes florecen antes que las plantas obtenidas por semilla, a diferencia de la estaca, el tejido del esqueje es más suave y joven.

2.2.9.5. Estacas

Una estaca es una porción de planta que puede adquirir autonomía fisiológica, en la cual se formará un tejido cicatricial y de los nudos, brotarán raíces adventicias (Zanoni, 1975). Las estacas de especies de rápido crecimiento prenden fácilmente y en menor tiempo que aquellas estacas provenientes de especies de lento crecimiento, que incluso pueden llegar a no prender (Zanoni, 1975).

Según Caso (1992) una vez enraizada la estaca de una especie forestal, es casi imposible que se consiga un tronco recto, más o menos oblicuo; en el caso en el que el meristema apical sea separado de la planta y adaptado en condiciones de originar un nuevo individuo, la forma de crecimiento está condicionada por el lugar que ocupada en la planta adulta. La poda severa de ramas de árboles da origen a brotes con características juveniles.

Las yemas laterales se encuentran en estado de dormancia causado por la dominancia apical de las yemas en la copa, pero aun así conservan latente el nivel de madurez como al momento en el que se originaron (Rojas et al., 2004).

Mientras que García (1974) menciona que “las estacas con yemas muy desarrolladas producen foliación prematura y pérdida de la vitalidad del sistema radicular embrionario y se produce secamiento de la estaca” (p. 2-3).

Las estacas provenientes de un árbol no son todas genéticamente iguales, por lo que su crecimiento se ve diferenciado y condicionado por factores ambientales, genes propios de la estaca, edad, efecto de algún tratamiento o por características de la especie (Rojas, García, y Alarcón, 2004).

Existen tipos de estacas según la procedencia del árbol, sea apical, intermedia o basal, según Rosales, Kane, y Jurado (1992) existen discrepancias en la capacidad de enraizamiento tomadas de diferentes posiciones; las estacas apicales tienen mayor capacidad de enraizado que las estacas basales, debido al contenido de carbohidratos y fitohormonas; mientras que Rivero, Guerrero, y Ramírez (2005) mencionan que las estacas ubicadas en la parte media, entre el 20% y el 46% en el centro de la rama, producen plantas con mayor vigor y se reduce en las estacas basales y apicales.

Los rebrotes de las partes bajas muestran características juveniles y se reflejan en el fácil enraizamiento y vigor para estacas. Las estacas con mayor facilidad para enraizar se

obtienen de ramas de edades superiores a un año. Si los rebrotes son tomados de las partes altas del árbol los tejidos son maduros y su enraizamiento se dificulta (Rojas et al., 2004).

Las variables más importantes para el enraizamiento de las estacas son: fuentes del material vegetativo, medios de enraizamiento, tratamientos con hormonas de enraizamiento y condiciones ambientales óptimas. El empleo de reguladores de crecimiento induce a la formación de raíces adventicias como el ácido acético y el ácido indolbutírico (Castrillón et al., 2008).

Cada estaca debe tener al menos tres yemas, al momento de establecerlas en la platabanda se deben organizar por tamaño, generalmente de cuatro tamaños, las más grandes se colocan en el primer bloque, luego las de menor tamaño, y así sucesivamente (Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal [CONIF], 2002).

La primera etapa para la emisión de raíces se conoce como rizogénesis, que está estrechamente relacionado a la presencia de cambium:

- Un grupo de células meristemáticas primarias que se forman a partir del cambium y se organizan en meristemas de tipo radical.
- A partir del cambium, en la base de la estaca, se forma un incremento celular que finaliza con la formación del callo. Dentro del callo se forman células meristemáticas primarias y luego terminan formándose meristemas de tipo radical (Rojas et al., 2004).

Segura, Martínez, Ariz, Argel, y Triviño (1991) mencionan que existe una relación inversamente proporcional entre la longitud y el diámetro de la estaca para la capacidad de enraizamiento, algunos ejemplos de esta relación son: en estacas de 20 cm de longitud y 3 cm de diámetro, 30 cm de longitud y 2 cm de diámetro y 40 cm de longitud y 1 cm de diámetro tienen mejores resultados en cuanto a enraizamiento, concluyendo que estacas de gran longitud deben presentar un grosor menor y estacas de menor longitud deben presentar diámetros mayores.

2.2.9.6. Propiedades de las estacas

Varias células de los tejidos vegetales maduros mantienen la potencialidad para multiplicarse, diferenciarse y originar estructuras como brotes y raíces; provienen de meristemas primarios y secundarios. La totipotencia se conserva en células no diferenciadas lo

cual permite mantener la información genética y capacidad fisiológica de producir nuevas plantas (Portillo y Santacruz-Ruvalcaba, 2004).

2.2.9.7. *Actividad inicial y dediferenciación celular*

Los cambios celulares, luego de cortar la estaca, se observan como modificaciones, a nivel de cambium y vasos, en la activación de la biosíntesis. Las divisiones celulares concluyen con la formación de un tejido de cicatrización que puede o no terminar en callo.

2.2.9.8. *Reorganización*

Las células se diferencian a partir de islotes meristemáticos para dar lugar a un meristemo de raíz, que se desarrolla y forma una raíz neoformada (Rojas et al., 2004).

Las fitohormonas son productos orgánicos que se obtienen de especies vegetales, obtenidas en su bioquimismo normal. Existiendo AIA, ácido indolacético, AIB, ácido indolbutírico y ANA, ácido naftaleno acético (Zanoni, 1975).

Las auxinas sintéticas son mucho más estables que las auxinas naturales. Para el remojo de estacas por periodos de tiempo prolongados (4 a 12 h) en bajas concentraciones, marchita las hojas por lo que es mejor utilizar altas concentraciones por periodos de tiempo cortos (5 a 15 minutos) (Rojas et al., 2004).

El área óptima para la propagación debe ser fresca y con sombra, con una temperatura de entre 20 °C a 25 °C, si la temperatura sobrepasa estos rangos, la humedad relativa debe ser más del 90% para evitar la pérdida de agua (Rojas et al., 2004).

El desarrollo de una planta depende de factores como:

- Luz
- Nutrientes del suelo
- Temperatura
- Hormonas

2.2.10. Enraizamiento

Para incitar al enraizamiento las condiciones en cada uno de los ambientes deben ser controladas. El microambiente debe presentar niveles adecuados de irradiación, temperaturas adecuadas del aire, sustrato y balance hídrico. Durante el proceso de enraizamiento es necesario una cantidad de luz adecuada para que las estacas realicen la fotosíntesis, a pesar de que la irradiación en exceso conduce al cierre de los estomas y reducción en el intercambio gaseoso, disminución de turgencia y muerte de la estaca (Mesén, 1998).

La capacidad de enraizamiento, de acuerdo con la posición de la estaca en el árbol, puede ser causado por la distribución desigual de auxinas y de reservas nutritivas en las partes de la planta (Zanoni, 1975).

Según Abedini (2005) inducir las raíces adventicias es difícil en estacas, debido a que la capacidad de enraizamiento decrece de manera drástica dependiendo de la edad del árbol madre.

2.2.10.1. Factores que afectan el enraizamiento de estacas

- a) Origen genético.
- b) Estado fisiológico. Interviene la edad del tejido, regulación hormonal, estado nutricional del árbol seleccionado.
- c) Aspectos fitosanitarios (Rojas et al., 2004).
- d) Condiciones climáticas. Es necesario proteger las estacas de los rayos directos del sol, pero en otros casos, para que la estaca logre enraizar es necesario el uso de camas calientes que se consiguen en condiciones de invernadero. La carencia de luz inhibe la función fotosintética, un mínimo de 30% de luz ayuda a la fotosíntesis, pero debe evitarse el ingreso de luz excesiva ya que incrementa la temperatura y disminuye el porcentaje de enraizamiento (Zanoni, 1975). La formación de raíces se produce antes que la formación de hojas (García, 1974).

Las respuestas de las plantas a las distintas hormonas dependen de la interacción con el medio ambiente y la oscilación de elementos climáticos como la temperatura, humedad relativa y nubosidad (Hernández y García, 2016). Las hormonas son compuestos de estructura química

simple que no presentan grupos proteicos asociados y su acción tiene varios efectos a corto y a largo plazo.

Una de las ventajas de la reproducción asexual es que se consigue individuos en menor tiempo que mediante la reproducción sexual, se emplea como alternativa al bajo porcentaje germinativo de las semillas y se consigue plantas más uniformes, además de que no se necesita muchos individuos de árboles ya que se parte de árboles seleccionados (Ramos, Cruz, Morante y Villacís, 2006).

Interviene de manera directa la edad del tejido, regulación hormonal, condiciones de luz y temperatura del ambiente de la estaca y del número de ramas y hojas del árbol donante. Se deben tomar estacas libres de enfermedades para evitar la pérdida de yemas y la transmisión a otras estacas sanas (Rojas et al., 2004).

2.2.11. Descripción de la especie

2.2.11.1. Taxonomía y morfología

Familia: BETULACEAE

Género: *Alnus*

Nombre científico: *Alnus nepalensis* D. Don

Nombre común: Aliso

2.2.11.2. Descripción botánica

Árbol caducifolio o semideciduo que alcanza los 30 m de altura con tronco recto, propio para madera, con 60 cm de DAP. Presenta corteza verdosa a gris con presencia de pequeñas lenticelas (Mejía, Rossman, Castlebury, Yang, y White, 2012).

Las hojas son: alternas, elípticas, obovada lanceolada, obovada oblonga de 6 – 20 cm de largo y de 5–10 cm de ancho, margen completo o serrado, ápice abrupto. Inflorescencias femeninas abundantes en panícula.

Frutos de color marrón con semillas en su interior, leñosos y en forma de conos, provenientes de tallos cortos, algunos pueden permanecer en el árbol (España, 2016).

2.2.11.3. Distribución

Alnus nepalensis D. Don es originario de la cordillera de los Himalaya del continente asiático, se encuentra al este de Bután y Nepal (Joker, 2000). Crece en las montañas del Himalaya y de Birmania (Geilfus, 1994). *Alnus spp.* es una especie pionera, crece naturalmente en zonas bajas, cerca de ríos (Orwa et al., 2009), crece bien a plena luz pero también tolera la sombra. A altitudes más bajas ocurre en sitios húmedos, como cerca de ríos, pero coloniza sitios rocosos expuestos por deslizamientos de tierra o tierras abandonadas después del cultivo.

De forma natural se establece en rodales puros y mixtos y es común en los cauces, cerca de arroyos, en barrancos. Se encuentra naturalmente en climas húmedos, frescos y subtropicales del monzón con una estación seca de 4-8 meses; también crece en zonas montañosas húmedas, frescas o subtropicales en zonas tropicales con altas precipitaciones (Sharma, Sharma, y Pradhan, 1998).

Prefiere los climas húmedos y fríos con temperaturas de 13-26 °C, los árboles maduros son tolerantes a las heladas, crecen a altas altitudes hasta 3000 msnm en regiones tanto templado y subtropical, con precipitaciones anuales de 500-2500 mm (Joker, 2000).

Aliso fue introducido a Ecuador y a la zona de Intag en 1995 en el marco del proyecto SUBIR (Arteaga, 2018). El proyecto SUBIR trabaja en el Chocó desde 1992, donde lleva a cabo incentivos económicos sostenibles para la conservación mediante la participación local del manejo de recursos naturales de la Reserva Ecológica Cotacachi – Cayapas (Mediavilla, 2016).

2.2.12. Importancia social, económica y ambiental de la especie

En el ámbito social y económico, la especie brinda varios usos de su madera, postes, herramientas, cercas y artesanías (Mediavilla, 2016) además de aprovechar las semillas y producir plántulas de vivero para obtener réditos económicos, a los 9 años el árbol es vendido como tablones en \$240. Genera empleo rural y gran cantidad de agricultores adquieren conocimientos sobre la silvicultura de la especie (Añazco y Vallejos, 2018).

Según Sharma, Xu, y Sharma (2007) la especie presenta rápido crecimiento, gran producción de biomasa, al brindar sombra mantiene la fertilidad del suelo, aumenta la productividad a través de la producción de biomasa, es una especie asociada con sistemas

agroforestales, crece en zonas afectadas por deslizamientos, fija nitrógeno de 0,31% en el suelo, además da protección al suelo, sirve como hábitat de aves, mamíferos e insectos (Añazco et al., 2018).

2.2.13. Hormonas

Son sustancias sintetizadoras presentes en determinados lugares de la planta que actúan a muy bajas concentraciones en otras partes de esta. Se encargan de regular el crecimiento, desarrollo, reproducción y diversas funciones de la planta (Hartman y Kester, 1992).

Se puede encontrar efectos contradictorios en la respuesta fisiológica de la planta, la regulación hormonal dependerá de la especie, condiciones del ambiente y la concentración y proporción de cada hormona (Rojas et al., 2004).

2.2.13.1. Hormonas naturales

La mayoría de las especies forestales enraízan adecuadamente con ácido indolbutírico (AIB) el cual incrementa la velocidad de desplazamiento del azúcar a las estacas e incentiva el desarrollo de las raíces (Shekhawat y Manokari, 2016), aunque se ha observado que para algunos clones la adición de ácido naftalenacético (ANA) resulta más benéfica (Valenzuela, 2011).

En la propagación asexual la regulación hormonal depende de las características de la especie, del medio en que se encuentre y la respuesta que tengan será condicionada por la concentración y proporción de cada una de estas. Los reguladores de crecimiento tienen la función de mejorar el número, distribución y tamaño de las raíces; acelerando el tiempo de enraizamiento de la planta (Acuña et al., 1992).

- **Auxinas**

Fueron las primeras hormonas en ser descubiertas, regulan varios aspectos relacionados al desarrollo y crecimiento de las plantas, predomina el ácido indolacético (IAA). Se encuentran en toda la planta, pero las concentraciones son superiores en zonas de crecimiento activo, la síntesis de esta hormona ocurre principalmente en meristemos apicales, hojas y frutos jóvenes sintetizada por la enzima de tipo flavín monooxigenasa en el ápice de los tallos hacia las partes inferiores (Jordán y Casaretto, 2006). En varios casos de acuerdo con (Shekhawat y

Manokari, 2016) pero la aplicación de IAA no induce la producción de brotes y raíces controla procesos biológicos como la división celular y el alargamiento celular (Sharma y Zheng, 2019).

Las concentraciones varían desde 1 a 100 mg/kg puro, mientras que conjugado muestra niveles superiores y pueden ser transportados a lo largo de toda la planta, los niveles de IAA disminuyen con la edad foliar (Jordán y Casaretto, 2006).

- **Beneficios de las auxinas en la planta**

- a) Crecimiento y formación de raíces. Las auxinas intervienen en la división, crecimiento y desdiferenciación celular, actúan en muchos de estos procesos como fitohormonas, a pesar de que estimulan el crecimiento de tallos y raíces secundarias también inhiben el crecimiento de la raíz primaria (Jordán y Casaretto, 2006).
- b) Regulación de tropismos. Las respuestas se muestran en curvaturas, giros o inclinaciones que hacen los tallos hacia el estímulo de la luz, gravedad o contacto (Jordán y Casaretto, 2006).
- c) Dominancia apical.
- d) Abscisión de órganos. Retardan la caída de hojas, flores y frutos, pero a su vez inhibe la acción de la hormona etileno. Si los tejidos foliares se tornan viejos, la concentración de la hormona disminuye (Jordán y Casaretto, 2006).

- **Giberelinas**

Según Jordán y Casaretto (2006) son hormonas de crecimiento que se encuentran hasta en número de 100 en las plantas, pero solo un reducido número tienen actividad biológica. En la planta se encuentran en hojas y yemas de crecimiento activo, en menor cantidad también se encuentran en raíces.

- ***Beneficios de las giberelinas en la planta***

- a) Crecimiento en altura.
- b) Desarrollo del crecimiento celular con genes meristemáticos vinculados con la diferenciación de estructuras florales (Viasus, Álvarez, y Alvarado, 2013).

- c) Estimulan en gran medida la división y elongación celular en la parte sub apical de los tallos (Jordán y Casaretto, 2006).

2.2.14. Prendimiento

Es la capacidad que poseen las estacas para producir raíces adventicias y brotes aéreos de acuerdo a la propagación asexual (Cuzco, 2014).

En los árboles existe un gradiente de juvenilidad de los meristemas apicales, que es contrario a la distancia entre la unión raíz – vástago y el meristemo, el prendimiento se induce mejor en plantas juveniles que en plantas maduras (Vásquez, 2018). Y este es mayor en estacas que conservan su follaje, a comparación de las estacas sin hojas (Pretell, Jon, Ocaña, y Barahona, 1985).

2.2.15. Investigaciones relacionadas

2.2.15.1. Investigación 1

Propagación vegetativa por estacas de *Alnus nepalensis* D. Don utilizando dos tipos de hormonas de enraizamiento.

Vallejos, Añazco, Paredes, y Vizcaíno (2018) afirman que la investigación se llevó a cabo en el campus Universitario “Yuyucocha” perteneciente a la Universidad Técnica del Norte en Ibarra, con una duración de seis meses, se utilizaron estacas de la parte baja y media de árboles ubicados en Intag y se les aplicó citozin y testigo, hormona natural de *Salix babylonica*, (sauce llorón) aplicados en concentraciones de 25 ml en dos litros de agua y 2 kg de hojas en 10 litros de agua respectivamente. Las variables evaluadas fueron el prendimiento de estacas y el número de brotes de estas; como resultado se obtuvo que los tratamientos con hormona natural presentan un comportamiento mejor, como es el caso de la hormona natural aplicada a las estacas de la copa baja con 3,3% de prendimiento.

2.2.15.2. Investigación 2

Propagación vegetativa del aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.) utilizando dos tipos de sustrato en la parroquia La Esperanza.

Portilla (2012) argumenta que el material vegetativo para el estudio fue recolectado del cantón Urcuquí, como muestra se usaron 120 estacas tomadas parte basal y generando el ensayo en el vivero ubicado en Rumipamba. Se evaluó el porcentaje de prendimiento, número de rebrotes y longitud de raíces. Se aplicó dos tipos de sustrato, el primero consistió en tierra de páramo y humus en la proporción 2:1 y el segundo sustrato consistió en tierra de páramo al 96% y arena de río en 4%. A los 50 días de establecido el ensayo se encontró que el sustrato uno mostró mejores resultados, el porcentaje de prendimiento fue del 58%, con rebrotes en promedio de 3.35 y con buen desarrollo del sistema radicular.

2.2.15.3. Investigación 3

Propagación vegetativa de Quishuar (*Buddleja incana*) y aliso (*Alnus acuminata*) empleando tres enraizadores en la Granja Experimental Yuyucocha, de la Universidad Técnica del Norte.

Enriquez (2015) evaluó la respuesta de las dos especies a los tratamientos empleados, así como el prendimiento y la sobrevivencia de los brotes aéreos, el número y longitud de rebrote y los costos de propagación con hormonas AIA, ANA y AIB a diferentes concentraciones. Se utilizó seis tratamientos con tres repeticiones, obteniendo como resultado que el tratamiento 3 (quishuar + AIB) presentó el mayor número de brotes, el tratamiento 2 (quishuar + ANA) mostró la mayor longitud promedio, los tratamientos, T4 Aliso + AIA y T5 Aliso + ANA no sobrevivieron, obteniendo como resultado que la auxina AIB (Ácido indolbutírico) fue un estimulante positivo para el desarrollo de la planta sobre todo en (*Buddleja incana* H.B.K.).

2.2.15.4. Investigación 4

Propagación vegetativa de café nacional (*Coffea arábica*), con el uso de hormonas estimulantes del enraizamiento ANA y AIB en el cantón Buena Fe.

Fajardo (2015) afirma que en la investigación se estudió la propagación vegetativa de café nacional mediante el uso de hormonas de enraizamiento ANA (Hormonagro #1) y AIB (ácido indolbutírico) con tres tratamientos y cinco repeticiones. Las variables evaluadas al cabo de 60 días fueron número de brotes, números de raíz, longitud de raíz, porcentaje de enraizamiento y la mortalidad. Los mejores resultados los arrojó el tratamiento uno que fue T1

2000 mg kg⁻¹ ANA + 2000 mg kg⁻¹ AIB con el porcentaje de raíces de 15.55, longitud de raíces de 13.80 cm, enraizamiento del 80% y mortalidad del 20% y rentabilidad del 62%.

2.2.16. Costos

De acuerdo con López (2019) es el valor monetario en el que incide la empresa para obtener un producto, sea bien o servicio. Permitiendo controlar los procesos, corregir errores y planificar acciones futuras, relacionados con la función de producción.

En un inicio fueron considerados como costos fijos, que servían bien para negocios pequeños pero en organizaciones más grandes ciertos costos no se alteraban, mientras que otros incrementaban o disminuían en base al volumen de trabajo. Razón por lo cual se los separó según su comportamiento en costos fijos y variables (Gallego, Ramírez, y Preciado, 2005).

La gestión de costos permite obtener costos a través de 3 formas:

2.2.16.1. Costeo por absorción

Todos los costos, directos e indirectos son tomados como costos de producción. Todo lo que se produce en un periodo se absorbe en sus gastos indirectos. Se aplica cuando se realiza una producción de un trabajo específico por única vez, es decir, cuando la producción se vuelve no uniforme y repetitiva a través de la actividad económica mediante el costo pleno de cada producto y asigna las bases realistas de los costos indirectos (Bacic, 2015).

2.2.16.2. Costeo ABC (Activity Based Costing)

Según Crespo (2017) se basa en que los productos no generan costos, sino las actividades para la fabricación del producto, son las que consumen recursos y generan costos. Permite calcular los costos de actividades individuales y asigna costos a productos y servicios, sobre la base de las actividades por las que cada producto tuvo que pasar.

2.2.16.3. Costeo directo o variable

El costo de los productos vendidos o producidos son medidos por costos variables. Los costos variables de producción son los únicos que se toman en cuenta, es decir, aquellos que se ven afectados por el volumen de producción, es la suma de los costos marginales en cada una de las unidades de producción (Arellano, Quispe, Ayaviri, y Escobar, 2017).

- *Costos fijos*

Se mantienen constantes, independientes del volumen de producción como la depreciación de activos fijos (Chiliquinga y Vallejos, 2017). Permanece fijo en el tiempo sin ser sensible a cambios en los niveles de actividad, independiente de la producción (López, 2019).

- *Costos variables*

Según Chiliquinga y Vallejos (2017) es el valor que se cambia dependiendo de la variable independiente como la materia prima. Si el nivel de actividad cae, estos costos también caen y viceversa.

La diferencia entre costos fijos y variables es importante para la toma de decisiones basadas en costos. El costo total está formado por la sumatoria del costo fijo y el costo variable (Gallego et al., 2005).

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

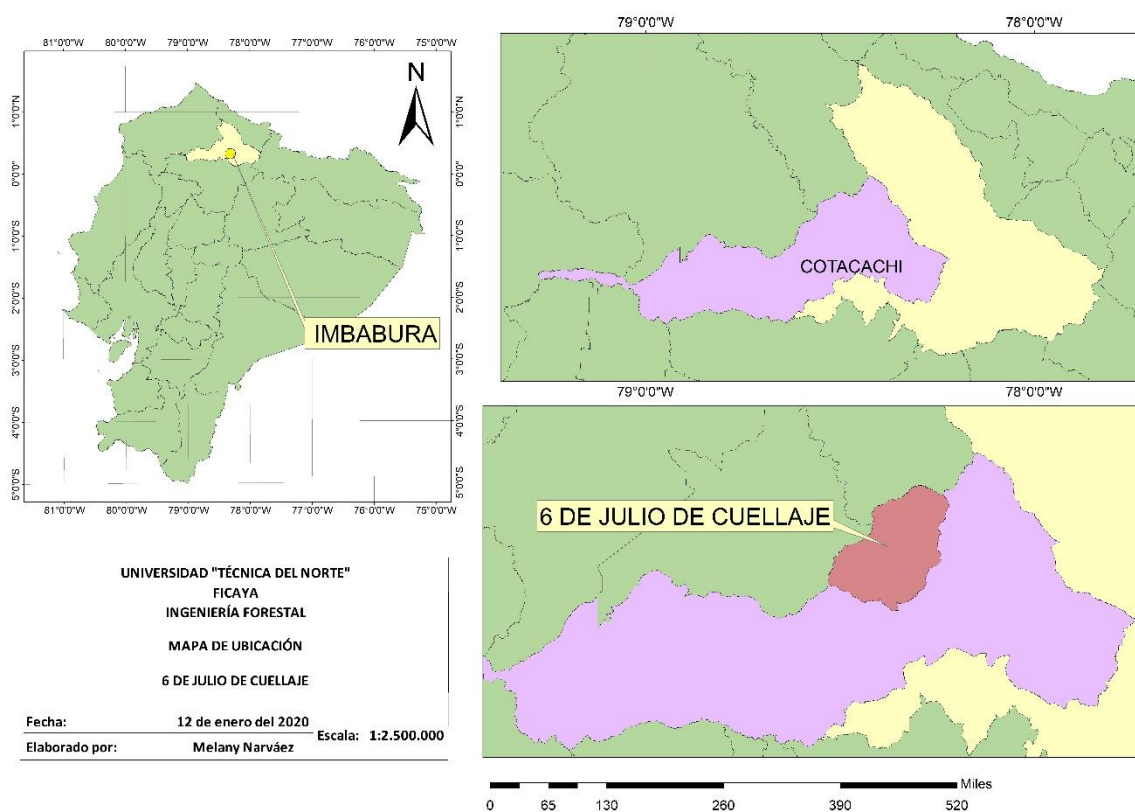
3.1. Ubicación del sitio

3.1.1. Política

El material vegetativo se recolectó en la parroquia “6 de Julio de Cuellaje”, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura, Ecuador como se observa en la figura 3. Procede de una finca privada, perteneciente al Sr. Ángel Flores.

Figura 3.

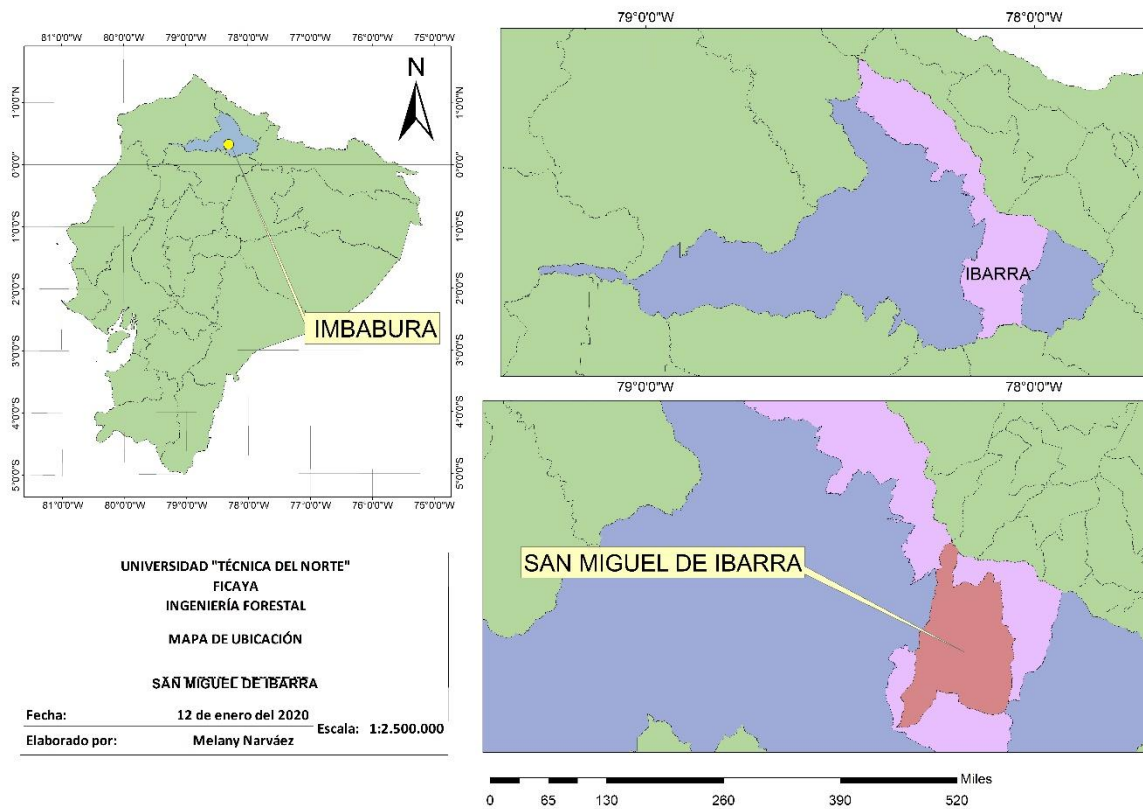
Mapa de ubicación de lugar de recolección de material vegetativo



El estudio se realizó en el vivero e invernadero del campus universitario “Yuyucocha” de la Universidad Técnica del Norte, ubicado en la parroquia Caranqui, Cantón Ibarra, Provincia de Imbabura, Ecuador como se observa en la figura 4.

Figura 4.

Mapa de ubicación del ensayo



3.1.2. Geográfica

La Parroquia “6 de Julio de Cuellaje” se encuentra en latitud: 0°24'03” N, longitud: 78°31'012” W, a 2000 msnm.

El vivero e invernadero se encuentran a una latitud 0°19'40.9"N y longitud: 78°07'56.2"W, a 2238 msnm.

3.2. Datos climáticos

La zona de Intag tiene una precipitación promedio anual de 1350mm; temperatura media de 17 °C. INAMHI (2018).

El sitio de vivero tiene las siguientes características agroclimáticas: precipitación promedio anual 630mm; humedad relativa 76%; temperatura media 17.6°C, nubosidad 6 octavos (parcial cubierto), dirección del viento del Noroeste con 6 nudos. INAMHI (2018)

3.3. Materiales, equipos e insumos

Los materiales, equipos e insumos que se emplearon para el desarrollo de la investigación son:

3.3.1. Materiales

- Tijera de podar.
- Costales.
- Papel periódico.
- Rótulos de identificación.
- Carretilla.
- Sarán.
- Clavos.
- Martillo.
- Pala.
- Bomba de mochila.
- Manguera.
- Tablas.
- Útiles de escritorio.
- Escalera.

- Machetes.

3.3.2. Equipos

- Cámara fotográfica.
- Computador.
- GPS.
- Termómetro ambiental.

3.3.3. Insumos

- 750 estacas apicales.
- Tierra de sitio (6 m³).
- Abono orgánico.
- Tierra de Intag (2 m³).
- Gravilla (1 m³).
- Recipientes plásticos de 2 litros.
- Hormona química.
Hormonagro #1.
- Hormonas naturales.
Corteza de *Salix babylonica* (sauce) (600 g).
Café molido (900 g).
Granos de trigo (900 g).

3.4. Metodología

Metodología 1

Para el desarrollo de los objetivos 1 y 2 planteados en la presente investigación se tomó como referencia la metodología de Quinapallo y Vélez (2013) modificada, en la cual se detalla lo siguiente.

3.4.1. Selección de sitio

Los sitios seleccionados forman linderos con la vía principal y con terrenos en la Parroquia “6 de Julio de Cuellaje”, con condiciones ambientales y geográficas similares, a una misma altitud y con árboles de la misma edad.

Se seleccionó el sitio al presentar individuos de *Alnus nepalensis* D. Don de buenas características fenotípicas y por la predisposición del dueño para que se utilice material vegetativo de su predio para investigaciones.

3.4.2. Selección de árboles

De un total de 200 árboles, se tomó como dato de muestra 56 árboles, bajo el cálculo con la siguiente fórmula (Ec. 1):

$$n = \frac{Z_{(\alpha/2)}^2 \times p(1-p)}{e^2} \text{ (Ec. 1)}$$

Fuente: Álvarez (2007)

Donde:

p de la proporción es igual a 0.5, el error del 4% y el nivel de significancia del 99% .

En la figura 5 se muestra que los árboles selectos presentan características fenotípicas sobresalientes (altura, diámetro y que se encontraban libres de enfermedades) (MAG, 2014), de los cuales se obtuvo el material vegetativo (Sotolongo, Geada, y Cobas), se tomó ramas que presenten brotes.

Figura 5.

Representación del lugar de obtención del material vegetativo



Fuente: fotografía propia

Los árboles fueron seleccionados con base a 3 requerimientos: abundante número de rebrotes apicales, árboles podados en el último año y con una edad que no sobrepase los 10 años.

3.4.3. Recolección de material vegetativo

Con tijeras de podar se recolectaron en total 750 estacas procedente de rebrotes de la parte superior de la copa de los árboles, 600 estacas usadas en el ensayo, que representan el 100% del total que se necesitó y 150 estacas adicionales que son parte del 25% que se recolectaron extra en caso de algún imprevisto. Se tomó 14 rebrotes de cada árbol, para un total de 56 árboles en edades entre 8 y 10 años. La recolección se realizó en las primeras horas del día para evitar pérdidas de agua durante las horas de máxima insolación. (Añazco et al., 2018). A continuación se procedió a desprender las hojas en su totalidad, envolver las estacas en papel periódico húmedo y colocarlas en costales para evitar la deshidratación del material vegetativo.

Las estacas se tomaron de una longitud variada, que no sobrepasen los 40 cm, con un diámetro que no sobrepasen los 3 cm y que cuenten con un mínimo de tres brotes.

3.4.4. Diseño experimental

Para la presente investigación se empleó el Diseño en parcelas divididas con arreglo irrestricto al azar como se menciona en la (Ec. 2).

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \delta_{ik} + \beta_k + (\alpha\beta)_{ik} + \epsilon_{ijk} \quad (\text{Ec.2})$$

Fuente: López y González (2014)

Donde:

μ = media general

α_i = Tratamiento de la parcela grande

δ_{ik} = Error de la parcela grande

β_k = *Tratamiento de la parcela pequeña*

$(\alpha\beta)_{ik}$ = Interacción

ϵ_{ijk} = Error de parcela pequeña

En la tabla 1 se observan los datos del experimento.

Tabla 1*Características del experimento*

Características del experimento	
# tratamientos	10
# repeticiones	3
# unidades experimentales	30
# estacas/u experimental	20
# estacas/ tratamiento	60
# total de estacas	600

Los factores considerados fueron las condiciones del ambiente y las hormonas, mientras que las variables a evaluar son: brotes, enraizamiento, costos y el estado fitosanitario mediante métodos empíricos de observación y evaluación.

3.4.5. Distribución de tratamientos

En la tabla 2 se indica la distribución de los tratamientos en el vivero e invernadero.

Tabla 2*Distribución de tratamientos*

Tratamientos									
Vivero									
T1R1	T2R1	T3R1	T4R1	T1R2	T5R1	T4R2	T3R2	T2R2	T3R3
T4R3	T1R3	T5R2	T2R3	T5R3					
Invernadero									
T4R1	T2R1	T1R1	T3R1	T5R1	T1R2	T4R2	T3R2	T2R2	T5R2
T4R3	T2R3	T3R3	T5R3	T1R3					

3.4.6. Instalación del ensayo**3.4.6.1. Preparación de platabandas**

Se prepararon 3 platabandas en total con medidas de largo: 19 m, ancho: 1 m y profundidad de 50 cm para el vivero y el invernadero; en el vivero se utilizaron piedras grandes como base, mientras que en el invernadero se utilizó gravilla reemplazando a las piedras.

3.4.6.2. Distribución espacial

Fueron distribuidas 20 estacas por tratamiento inclinadas ligeramente con dirección al este para que se aproveche la dirección de salida del sol, tomadas de todos los tamaños desde las más delgadas hasta las más gruesas, con una separación de 20 cm entre cada una, formando cuatro columnas y cinco filas.

Entre cada tratamiento la separación fue de 1m para evitar el contacto de hormonas de diferentes tratamientos, se aplicaron tres hormonas naturales y una química, dando un total de 10 tratamientos con 3 repeticiones, y 15 unidades experimentales en vivero y 15 unidades experimentales en invernadero.

3.4.6.3. *Análisis de suelos*

Se realizaron dos análisis de suelos en el laboratorio de Suelos, Foliare y Aguas de Agrocalidad, con una muestra de 1 kg del suelo de Intag, zona donde se introdujo y se desarrolla el aliso, y una muestra de 1 kg del suelo de la granja experimental “Yuyucocha” tomado con 10 submuestras, recolectadas en forma de zigzag (Agrocalidad, 2018).

3.4.6.4. *Preparación del sustrato*

En la composición del sustrato se emplearon proporciones que utiliza el vivero e invernadero las cuales comprenden: 50% tierra de sitio (granja “Yuyucocha”), 25% tierra de Intag y 25% materia orgánica (heces secas de vaca). Distribuidos de la siguiente manera: tierra de sitio sin tamizar 10 cm, tierra de Intag sin tamizar 10 cm y para la última capa se tamizó la tierra de sitio, se utilizó una zaranda de 0,5 cm con el fin de separar materiales gruesos e impurezas de los componentes de la mezcla y así obtener un material fino y homogéneo, esta última capa fue nivelada para mantener la capa lisa y evitar que se acumule el agua en ciertos espacios.

3.4.6.5. *Desinfección del sustrato*

Con la ayuda de una bomba de mochila se aplicó una solución de 200 g de sulfato de cobre por 20 litros de agua, removiendo la mezcla constantemente para obtener una desinfección total del medio de producción. La desinfección se aplicó para cada platabanda, realizando la desinfección también en las paredes de esta, en cada capa de sustrato cubriéndola con plástico de color transparente durante 12 horas para de esta manera asegurar la eliminación de organismos no deseados. Dos días antes de la recolección de las estacas se realizó una última desinfección con la misma cantidad de sulfato de cobre y se cubrió con sarán negro.

3.4.6.6. *Preparación de enraizadores*

Para la dosificación y tiempo de aplicación del enraizador químico se tomó en cuenta las indicaciones de la casa comercial, la cual recomiendan disolver 100 g de Hormonagro #1 en cuatro litros de agua. En la preparación y aplicación de los enraizadores naturales de *Salix babylonica* se utilizó las indicaciones de Ballesteros y Peña (2012) que comprendieron la recolección de entre 600 g y 450 g de ramas tomadas de la base de la copa del árbol, se quitó la

corteza a las ramas y se procedió a hervir con tres litros de agua, dejando reposar durante 7 días, una vez cernidas.

En el caso del café se tomó 900 g y se colocó a fuego medio con 1 l de agua, dejándolo enfriar y dejado reposar durante 4 días.

Para los granos de trigo, se dejó reposar los granos en un ambiente húmedo durante 2 días hasta que formen raíces de aproximadamente 1 cm, se procedió a moler y dejar fermentar durante 1 día para almacenar durante 2 días en un ambiente frío, se removió el fermento bioenzimático y se usó.

En el caso de los tratamientos que no se aplicó enraizador, las estacas fueron introducidas en agua durante el tiempo de aplicación de los demás enraizadores.

La aplicación para todos los tratamientos consistió en introducir la parte basal de la estaca en cada uno de los enraizadores durante 20 a 30 minutos.

3.4.6.7. *Ubicación de estacas*

Antes del establecimiento de las estacas, el sustrato tanto en invernadero y vivero fue regado para que tenga suficiente humedad, con la ayuda de un repicador se realizó la apertura de los hoyos donde fueron colocadas las estacas, previo señalamiento, se introdujo aproximadamente la tercera parte de la estaca en forma inclinada hacia la dirección de salida del sol y se compactó la tierra para eliminar bolsas de aire que pudieran pudrir la raíz.

3.4.7. Labores de mantenimiento

3.4.7.1. *Protección*

Para evitar el estrés y deshidratación del material vegetativo el ensayo de vivero fue establecido bajo una doble malla sarán al 50% de sombra colocada a una altura de un metro, la primera capa de sarán fue retirada a los cuatro meses de instalado el ensayo y la segunda capa una semana después.

3.4.7.2. Riego

El riego para las estacas del invernadero se realizó por inundación observando que absorbían lo suficiente para su desarrollo con agua de regadío esto todos los días durante las primeras horas de la mañana, mientras que para las estacas del vivero se realizó un riego pasando un día, exceptuando las veces en las que ocurrieron fenómenos de precipitación y no era necesario regar.

3.4.7.3. Control de malezas

El control de malezas se realizó de forma manual, de acuerdo a la presencia de estas plantas indeseables en los dos tipos de ambiente. La limpieza de malezas inició a los 15 días de realizada la plantación, con la finalidad de que no exista competencia en el aprovechamiento de nutrientes y que no se desarrollen las malas hierbas, luego se realizó cada dos semanas en el invernadero y cada cuatro semanas en el vivero.

3.4.7.4. Control fitosanitario

Para el control fitosanitario se realizaron visitas diarias en los dos ambientes para evaluar presencias de hongos o plagas que pudieran causar daño a las estacas.

- **Hongos**

La evaluación de la presencia de hongos se realizó una vez por semana, día en el que también se evaluó el número de brotes de las estacas, tomando anotaciones sobre el lugar de la estaca afectada por los hongos.

- **Hormigas**

Para el control de hormigas en el invernadero se utilizó “Aliado” como insecticida agrícola, mezclando 50 ml del producto con 20 l de agua y la aplicación se realizó una vez cada cinco días, en la semana dos y tres del tercer mes.

- **Monitoreo de parámetros ambientales**

La temperatura se registró una vez por semana con un termómetro ambiental, los días miércoles, tres veces al día, a las 8 am, 12 pm y 4 pm, dentro del invernadero y en el vivero bajo el sarán para obtener una media promedio de este parámetro ambiental.

3.4.8. Evaluación de las variables

3.4.8.1. Número de brotes

Los brotes se evaluaron como una variable cuantitativa, cada dos días durante las dos primeras semanas, luego de instalar el ensayo en los dos ambientes, y luego durante cada semana hasta el final del proyecto, cinco meses, se registró el número de brotes por estaca para conocer el prendimiento (Ec. 3).

$$\% \text{ de prendimiento: } \frac{\text{Número de estacas con brotes}}{\text{Número de estacas establecidas}} \times 100 \text{ (Ec. 3)}$$

El conteo se lo realizó por simple observación en 360°, la persona que registra los datos se ubicó frente a las estacas y anotó los resultados de todas las estacas, en vivero e invernadero.

3.4.8.2. Supervivencia

Relacionado a la supervivencia con datos cuantitativos, en los ambientes de las estacas, se evaluó una sola vez a los 150 días, tomando como referencia las estacas por tratamiento y por repetición. (Ec. 4)

$$\text{Supervivencia (\%)} = \frac{\text{Número de individuos finales}}{\text{Número de individuos iniciales}} * 100 \text{ (Ec. 4)}$$

Para la obtención del dato, se lo realizó por observación; se aseguró contabilizar el número de individuos finales en cada ambiente, por cada tratamiento y repetición al cabo de los 150 días de duración de la investigación para aplicar la fórmula y así obtener el dato real de los individuos que sobrevivieron.

3.4.8.3. *Número de raíces por estaca*

Se evaluó una sola vez al final de los 150 días del ensayo, por observación, presencia de raíces, tomando tres estacas por tratamiento y repetición, luego de 15 días fueron evaluadas todas las estacas, se retiró la estaca de la tierra con sumo cuidado para no dañar las raíces. Con una brocha se eliminó primero la tierra de las raíces, luego se realizó el lavado en agua (Mendoza, 2019).

3.4.8.4. *Número de estacas con brotes y raíces*

Se evaluó una sola vez al final de los 150 días del ensayo si existen raíces y brotes en la misma estaca, por observación, sacrificando las estacas que cumplan con esta característica; se retiró la estaca de la tierra con sumo cuidado para no dañar las raíces, con una brocha se eliminó primero la tierra de las raíces (Mendoza, 2019).

3.4.8.5. *Estado fitosanitario*

Cada mes se llevó un registro por observación sobre el estado fitosanitario de las estacas, relacionado a la presencia de áfidos, coloración y presencia de hongos. La persona que registra los datos observó a la estaca en 360° y registró la presencia de algún agente patógeno de forma cualitativa, considerando la presencia o no.

Metodología 2.

Para el desarrollo del objetivo 3 se tomó como referencia la metodología de Chilinguina y Vallejos (2017).

3.4.9. Análisis de costos

Los costos incluyen aquellos ocupados durante el tiempo de realización del producto, donde consta la mano de obra; costos de almacenamiento, de administración y venta, de ser necesarios, que incluye varios elementos.

3.4.9.1. Definición y clasificación de materiales

Se clasificó los materiales en directos que son aquellos sometidos a transformación, indirectos que son aquellos que no forman parte sustancial de los resultados pero son necesarios para la obtención del costo total.

3.4.9.2. Costos fijos

- Costos de inversión

Se tomó en cuenta la adquisición de equipos y materiales de acuerdo a la cotización de precios en el mercado.

- Depreciación

Se determinó la vida útil de cada herramienta o equipo utilizada en la investigación aplicando la siguiente fórmula: (Ec. 5)

$$D = \frac{PC - VR}{N} \text{ (Ec. 5)}$$

Fuente: Boboy (2013)

Donde:

D: depreciación

PC: precio de compra de la herramienta o equipo

VR: valor de reventa

N: años de vida útil

3.4.9.3. Costos variables

Se tomó en cuenta la obtención del sustrato, la preparación del sustrato, instalación del ensayo, preparación del enraizante y mantenimiento.

- Obtención del sustrato: se realizaron actividades tales como extracción de tierra del lugar, adquisición de abono (heces de vaca, adquisición de ripio, adquisición de tierra de Intag, transporte de tierra del lugar, transporte de abono, transporte de ripio y transporte de tierra de Intag para cada unidad experimental.

- Preparación del sustrato: se realizaron actividades tales como tamizado de tierra, mezcla de tierra 1 + abono y la desinfección del sustrato.

- Instalación del ensayo: se realizaron actividades tales como limpieza del sitio, construcción de platabandas (invernadero), desinfección de paredes de platabandas, creación de caminos, identificación del ensayo, identificación y recolección de estacas y establecimiento de estacas dentro de las platabandas.

- Preparación del enraizante: se realizaron actividades tales como compra de cada enraizante y preparación de este (infusión para hormonas naturales)

- Mantenimiento constó de riego todos los días en el ambiente controlado y cada dos días en el ambiente natural y deshierbe cada 2 semanas en invernadero y cada mes en vivero.

3.4.9.4. Cálculo del costo total

Para el cálculo se aplicó la siguiente fórmula, proporcionada por (Chilinguina y Vallejos, 2017)

$$CT=Cft+Cvt \text{ (Ec. 6)}$$

Fuente: Chilinguina y Vallejos (2017)

Donde:

CT: costo total

Cft: costo fijo total

Cvt: costo variable total

Para determinar los costos de producción por estaca se utilizó la siguiente fórmula: (Ec. 6)

$$CTu = \frac{CT}{Q} \text{ (Ec. 7)}$$

Fuente: Chilibringa y Vallejos (2017)

Donde:

CTu: costo total unitario

CT: costo total

Q: cantidad

Se establece además una hoja de costos donde se incluyeron todos aquellos por concepto de materiales directos, mano de obra y gastos.

$$CT = Cft + Cvt \text{ (Ec. 8)}$$

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.1 Variables evaluadas a los 30 días

El número de brotes por estaca evaluada a los 30 días determinó que ciertas estacas generaron brotes, representaron el 24,3% del total de las unidades experimentales en vivero y el 11% del total de las unidades experimentales en invernadero, resultados obtenidos sin hacer distinción de cada hormona, a pesar de dichos porcentajes las estacas con brotes no son representativas dentro del experimento como se observa en la tabla 3 y tabla 5.

Tabla 3

Resultados estadísticos del comportamiento de las estacas a los 30 días

Variable	Enraizador									
	Café		Sauce		Trigo		Hormonagro #1		Sin enraizador	
	Viv	Inver	Viv	Inver	Viv	Inver	Viv	Inver	Viv	Inver
No de brotes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Para ninguno de los tratamientos se obtuvo diferencias, ya que ninguno mostró respuesta positiva a la aplicación de las hormonas de enraizamiento a los 30 días de establecido el ensayo, al igual que en la investigación de (Vallejos et al., 2018) donde tampoco se evidenciaron diferencias estadísticas para ninguna fuente de variación.

Para Enriquez (2015) en el estudio de propagación de estacas de *Alnus acuminata* obtuvo porcentajes de prendimiento con el empleo de hormonas químicas de 0% para auxina IBA, 0% para auxina ANA y 4% para auxina IAA a los 30 días de instalado el ensayo en el mismo sitio de la presente investigación, resultados iguales a los obtenidos para cada ambiente con las diferentes hormonas tanto naturales como químicas de 0% de prendimiento. Resultado

que probablemente se deba a que las reservas nutricionales que contenían las estacas se terminaron y no lograron una respuesta favorable en cuanto a la adaptación al medio.

Tabla 4

Resultados del comportamiento de las estacas a los 30 días de prendimiento

El prendimiento se calculó en base al número de estacas con brotes por unidad experimental de las tres repeticiones

Variable	Prendimiento									
	Café		Sauce		Trigo		Hormonagro #1		Sin enraizador	
	Viv	Inver	Viv	Inver	Viv	Inver	Viv	Inver	Viv	Inver
# de estacas	14	7	15	7	15	5	16	7	13	8
# de brotes	22	11	21	16	22	9	26	8	23	15
% de prendimiento	36,66	18,33	35	26,66	36,66	15	43,33	13,33	38,33	25

Vallejos et al. (2018) obtuvieron resultados de prendimiento a los 30 días para estacas de la copa baja del árbol de 1,67% en tratamientos con hormona natural a base de hojas y corteza de sauce y hormona química “Cytozim” respectivamente, resultados inferiores a los obtenidos en la investigación para hormona natural a base de infusión de corteza de sauce de 35% en vivero y 26,66% en invernadero, y hormona química Hormonagro #1 de 43,33% para vivero y 13,33% para invernadero, debido a que los registros de brotes a los 30 días pudieron ser por las reservas de las estacas y no por la adaptación de las estacas a las hormonas aplicadas y por la hormona química empleada.

4.1.2 Variables evaluadas a los 90 y 150 días

Las mediciones restantes no mostraron resultados satisfactorios, debido a que conforme el paso del tiempo, las estacas mostraban muerte en sus tejidos y pérdida de brotes. La evaluación de raíces fue realizada una sola vez al finalizar los 150 días de duración del ensayo, sacrificando las estacas y contabilizando el número de raíces como se resume en la tabla 5.

Tabla 5

Resultados estadísticos del comportamiento de las estacas a los 90 y 150 días.

Variable	Enraizador									
	Café		Sauce		Trigo		Hormonagro #1		Sin enraizador	
	Tipo de Ambiente									
90 días										
	Viv	Inver	Viv	Inver	Viv	Inver	Viv	Inver	Viv	Inver
No de brotes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
150 días										
	Viv	Inver	Viv	Inver	Viv	Inver	Viv	Inver	Viv	Inver
No de brotes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
No de raíces	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Longitud de raíces	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Debido a que el número de estacas con brotes y con presencia de raíces fue bajo, no se encontraron diferencias estadísticas para las fuentes de variación, por lo que no se aplicó pruebas de medias.

Xue-xian et al. (2015) encontraron que para cortes testigos de *Alnus nepalensis*, enraizamiento de 34,44%, mientras que con el grupo de hormonas de auxinas IBA e IAA el porcentaje de raíces incrementó de 15% a 50%, entre los cuales los porcentajes de raíces de corteza y callo fueron de 5% a 45% y 0% a 20% respectivamente, con un promedio de 2 raíces por corte. La solución de 0.1 g/L de IBA mejoró los porcentajes de enraizamiento total y de corteza, y la solución de 0.2 g/L de IAA facilitó el porcentaje de enraizamiento de callos, a diferencia del enraizamiento con testigo de la presente investigación de 13,33% y con un total de 0 raíces a diferencia de las 2 presentadas en la investigación relacionada, así como tampoco

se pudo observar resultados positivos con el empleo de IBA y ANA en la producción de raíces como se observa en la tabla 5.

En el estudio realizado por Mata y Vílchez (2001) para *Alnus acuminata* spp. *arguta* en vivero se encontró que estacas empleadas con el 100% de área foliar arrojaron 78,2% de enraizamiento y para el 0% de área foliar tuvieron un 0% de enraizamiento, resultado igual al obtenido en la presente investigación de 0% de enraizamiento por la misma condición de empleo de la estaca y el medio de estudio que fue de vivero en ambas investigaciones con humedad constante.

Wang et al. (2014) en la investigación de enraizamiento con hormonas en esquejes de *Alnus nepalensis* encontraron tasas de enraizamiento de 3,3% al iniciar la investigación y de 46,7% con 7.5 raíces con el empleo de una mezcla de auxinas: ABT, IBA y NAA para esquejes de ramas laterales con una concentración de 0.10 gL⁻¹, 0.50 gL⁻¹ y 0.50 gL⁻¹, resultados mayores a los obtenidos en la investigación con la hormona química Hormonagro #1 de 11,76%, resultados debidos a la hormona adicional de ABT y las concentraciones controladas de hormonas.

El reducido porcentaje de enraizamiento se debe a que el agua que traslada el aire de los poros no capilares del suelo produce un déficit de oxígeno, lo que ocasiona que los estomas se cierren y el enraizamiento se disminuya (Cervantes, 2011), al igual que en el caso de estacas que presentaron brotes sin producción de raíces debido al desequilibrio hormonal en auxinas y citoquininas, altas temperaturas o al estado nutricional de la estaca; los bajos resultados en producción de raíces se pueden deber a la limitada existencia de auxinas endógenas que provoquen la diferenciación de raíces (Vásquez, 2008).

Los bajos porcentajes de enraizamiento se debieron a que las estacas de mayor edad producen menos enraizamiento (Cervantes, 2011). Las ramas maduras disminuyen la concentración de auxinas y las células son incapaces de recibir el estímulo de las hormonas (Trewavas y Cleland, 1983) como se evidencia en la tabla 6.

Tabla 6

Resultados del comportamiento de las estacas a los 150 días de prendimiento

Variable	Prendimiento									
	Café		Sauce		Trigo		Hormonagro #1		Sin enraizador	
	Viv	Inver	Viv	Inver	Viv	Inver	Viv	Inver	Viv	Inver
# de estacas	6	0	5	2	5	1	6	0	5	3
# de brotes	7	0	7	2	5	1	7	0	8	3
% de prendimiento	11,66	0	11,66	3,33	8,33	1,66	11,66	0	13,33	5

El mayor porcentaje de prendimiento lo mostró el T3 (sin enraizador) con un total de 13,33%.

Se encontró una experiencia en la propagación de *Alnus nepalensis* D. Don aplicando las técnicas silviculturales de la presente investigación. Vallejos et al. (2018) señalan que con el empleo de una hormona natural a base de hojas y corteza de sauce, obtuvieron resultados de 2,2% de prendimiento con estacas procedentes de la copa baja y de 2,2% de prendimiento con estacas de la copa media a los 180 días, resultados inferiores a los obtenidos en la investigación de 11,66% de prendimiento con el empleo de hormonas a base de infusión de café y sauce a los 150 días como se visualiza en la tabla 7, resultados debido a que en dicha investigación se empleó un sustrato diferente con pomina, tierra de sitio y tierra de páramo, mientras que en la investigación presente se empleó tierra de sitio, tierra de Intag y abono orgánico el cual mejora las propiedades del suelo.

Tabla 7

Resultados de prendimiento de las estacas por tratamiento

Condición	Hormona	Tratamiento	30 días			150 días		
			No de estacas prendidas	No de brotes	Total de estacas	No de estacas prendidas	No de brotes	Total de estacas
Vivero	Trigo	T1	15	22	60	5	5	60
Vivero	Sauce	T2	15	21	60	6	7	60
Vivero	Testigo	T3	13	23	60	5	8	60
Vivero	Café	T4	14	22	60	5	7	60
Vivero	Hormonagro #1	T5	16	26	60	6	7	60
Invernadero	Trigo	T1	5	9	60	1	1	60
Invernadero	Sauce	T2	7	16	60	2	2	60
Invernadero	Testigo	T3	8	15	60	3	3	60
Invernadero	Café	T4	7	11	60	0	0	60
Invernadero	Hormonagro #1	T5	7	8	60	0	0	60

En la investigación se tiene como resultado al cabo de 150 días un total de 27 estacas prendidas de los tratamientos en vivero, con un porcentaje de prendimiento del 9%, resultando el empleo de la hormona química y de sauce las que presentaron el mayor número de estacas prendidas, mientras que se obtuvo un total de 6 estacas prendidas de los tratamientos en invernadero, con un porcentaje de prendimiento del 2%, obteniendo el tratamiento de testigo el que presentó el mayor número de estacas prendidas.

4.1.3. Supervivencia

El único tratamiento que mostr3 resultados fue el T1 (infusi3n de trigo) en vivero a pesar de que el resultado fue bajo muestra un efecto mayor sobre el resto de las hormonas naturales, qu3mica y testigo.

Tabla 8

Porcentaje de supervivencia a los 150 d3as.

	Supervivencia									
	Caf3		Sauce		Trigo		Hormonagro #1		Sin enraizador	
	Viv	Inver	Viv	Inver	Viv	Inver	Viv	Inver	Viv	Inver
Individuos iniciales	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Individuos finales	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Total (%)	0	0	0	0	1,67	0	0	0	0	0

En la investigaci3n de Holloway y Zasada (1979) sobre propagaci3n vegetativa de 11 especies comunes de Alaska para *Alnus crispa*, ahora *Alnus viridis*, encontraron a los 90 d3as de instalado el ensayo, 0% de supervivencia de esquejes tratados con auxina IBA en polvo “Hormod3n #3” y en l3quido a una concentraci3n de 2000ppm con un corte sobre los 3 cm de la base, resultados iguales a los obtenidos en la investigaci3n con Hormonagro #1 en invernadero; a pesar de haber empleado diferentes especies pero con una temperatura constante de entre 21 3C y 22 3C en ambiente controlado. As3 como Enriquez (2015) a los 90 d3as de establecido el ensayo que tambi3n encontr3 una mortalidad absoluta de estacas de *Alnus acuminata* en todos los tratamientos con IBA y ANA empleados, y 14,67% de supervivencia con AIB, resultados iguales a los obtenidos en la investigaci3n con ANA.

Schrader (1999) en la investigaci3n de propagaci3n para esquejes de *Alnus mar3tima* a los 70 d3as obtuvieron resultados de supervivencia de 75%, 78% y 64% con concentraciones de auxinas IBA de 0 g/kg, 1 g/kg con “Hormod3n #1” y 8 g/kg con “Hormod3n #3” respectivamente, resultados superiores a los obtenidos en la presente investigaci3n de 0% en

invernadero, resultados debido al tratamiento dado a las estacas antes de la instalación que fue de refrigeración durante 12h, especie empleada y la condición de invernadero de niebla intermitente.

4.1.4. Estacas con brotes y raíces a los 150 días

Del total de las 600 estacas establecidas, al finalizar el ensayo únicamente cuatro estacas presentaron las dos variables al mismo tiempo como se observa en la tabla 9.

Tabla 9

Estacas y brotes evaluadas al final del ensayo.

Estacas	Brotes	Raíces	Ambiente	Tratamiento	Repetición
1	1	1	Invernadero	T3	R1
1	1	2	Invernadero	T1	R2
1	1	2	Vivero	T2	R2
1	1	1	Vivero	T5	R3

Nota: Del total de estacas evaluadas por tratamiento y repetición se encontró que el T3R1, T1R2 en invernadero representan el 5% respectivamente de estacas que mostraron las dos condiciones, al igual que en vivero el T2R2 y T5R3 también representan el 5% respectivamente.

Para Brait y Todaria (1990) en el empleo de auxinas IBA y NAA (IBAA + NAA; IBAA + 2, 4-D y NAA + 2, 4-D) para *Alnus nepalensis*, obtuvieron que la especie consiguió brotar con 1 brote en un esqueje pero sin resultados de enraizamiento resultados similares al tratamiento T3 en invernadero y T5 en vivero, resultados obtenidos por la edad de la planta madre (10-15 años), y en el estudio mencionado las estacas se sumergieron por mucho tiempo en las hormonas lo que conlleva que presenten toxicidad en los esquejes al igual que las estacas tomadas del extremo superior de la rama muestran porcentajes mayores de ácido indolacético que adicional del ácido indolbutírico causan toxicidad (Cuzco, 2014). En el estudio de propagación vegetativa de *Alnus acuminata* y en el presente estudio el tiempo que se sumergió las estacas fue poco.

En investigaciones para otras especies del género *Alnus*: Enriquez (2015) en la investigación de propagación con estacas de *Alnus acuminata*, obtuvo prendimientos con enraizadores a base de AIB (principio activo del sauce llorón) una media de 1 brote a los 90 días, mientras que para los tratamientos con ANA e AIA no obtuvo brotes, resultado igual al obtenido en el presente estudio de 1 brote para el tratamiento de infusión de sauce en vivero a los 150 días; el material utilizado por Enriquez fue recolectado de ramas con brotes aéreos con yemas preformadas y las hormonas empleadas fueron todas de origen químico a diferencia del presente estudio donde las estacas fueron recolectadas de la parte superior de la copa, procedentes de rebrotes por poda del árbol y las hormonas que se aplicaron fueron naturales.

4.1.5. Estado fitosanitario

El estado fitosanitario se basó en la presencia de áfidos u hongos en las estacas con evaluaciones mensuales de 20 estacas por tratamiento y repetición como se visualiza en la tabla 10 y tabla 11.

Tabla 10*Estados fitosanitarios de las estacas de invernadero.*

Condición	Tratamiento	Repetición	Mes 1			Mes 2			Mes 3			Mes 4			Mes 5		
			S	PS	E	S	PS	E	S	PS	E	S	PS	E	S	PS	E
Invernadero	T1	R1	20	0	0	19	1	0	19	1	0	19	0	1	18	1	1
	T2	R1	19	1	0	19	1	0	19	1	0	18	2	0	18	2	0
	T3	R1	18	2	0	18	2	0	18	2	0	18	1	1	17	1	2
	T4	R1	18	2	0	18	2	0	18	1	1	18	1	1	18	0	2
	T5	R1	19	1	0	18	2	0	18	2	0	18	2	0	18	1	1
	T1	R2	19	1	0	19	1	0	18	2	0	18	2	0	17	2	1
	T2	R2	20	0	0	20	0	0	20	0	0	20	0	0	20	0	0
	T3	R2	19	1	0	18	2	0	18	2	0	18	2	0	18	2	0
	T4	R2	19	1	0	19	1	0	19	1	0	19	0	1	18	1	1
	T5	R2	18	2	0	17	3	0	16	3	1	16	3	1	16	1	3
	T1	R3	19	1	0	19	0	1	19	0	1	19	0	1	19	0	1
	T2	R3	18	2	0	16	4	0	16	3	1	16	1	3	16	1	3
	T3	R3	20	0	0	20	0	0	20	0	0	19	1	0	19	1	0
	T4	R3	19	1	0	19	1	0	19	1	0	18	2	0	18	2	0
	T5	R3	19	1	0	18	2	0	18	2	0	16	2	0	16	2	2

De todos los tratamientos evaluados en invernadero los que presentan mayor número de estacas sanas es el T1R1, T2R2 y T3R3 con el 100% de estacas sanas al primer mes, al segundo mes fueron los T2R2 y T3R3, al tercer mes se mantuvieron los mismos tratamientos con el número intacto e estacas, al cuarto mes sólo el T2R2 que se mantuvo sano hasta la finalización del ensayo. Mientras que el tratamiento más afectado al cabo de los 5 meses fue el T5R2 con el 80% de estacas sanas, el 10% de estacas parcialmente sanas y el 30% de estacas enfermas.

Tabla 11*Estados fitosanitarios de las estacas de vivero.*

Condición	Tratamiento	Repetición	Mes 1			Mes 2			Mes 3			Mes 4			Mes 5		
			S	PS	E	S	PS	E	S	PS	E	S	PS	E	S	PS	E
Vivero	T1	R1	20	0	0	20	0	0	20	0	0	19	1	0	18	1	1
	T2	R1	19	1	0	19	1	0	19	1	0	19	1	0	18	1	1
	T3	R1	20	0	0	20	0	0	20	0	0	19	1	0	18	0	2
	T4	R1	20	0	0	20	0	0	19	1	0	19	1	0	18	2	0
	T5	R1	20	0	0	19	1	0	19	1	0	19	1	0	17	2	1
	T1	R2	19	1	0	19	1	0	19	1	0	19	1	0	19	1	0
	T2	R2	17	3	0	17	2	1	17	1	2	17	1	2	15	3	2
	T3	R2	20	0	0	20	0	0	20	0	0	19	1	0	18	1	1
	T4	R2	20	0	0	20	0	0	20	0	0	19	1	0	17	2	1
	T5	R2	19	1	0	19	1	0	19	1	0	19	1	0	19	1	0
	T1	R3	20	0	0	20	0	0	20	0	0	20	0	0	20	0	0
	T2	R3	20	0	0	19	1	0	19	1	0	18	2	0	18	1	1
	T3	R3	20	0	0	20	0	0	20	0	0	20	0	0	19	1	0
	T4	R3	18	2	0	18	2	0	18	2	0	18	2	0	18	1	1
	T5	R3	19	1	0	19	0	1	19	0	1	19	0	1	17	0	3

De todos los tratamientos evaluados en vivero los que presentan mayor número de estacas sanas es el T1R1, T3R1, T4R1, T5R1, T3R2, T4R2, T1R3, T2R3 y T3R3 con el 100% de estacas sanas al primer mes, al segundo mes fueron los T1R1, T3R1, T4R1, T3R2, T4R2, T1R3 y T3R3, al tercer mes se mantuvieron los T1R1, T3R1, T3R2, T4R2, T1R3 y T3R3 con el número intacto e estacas, al cuarto mes sólo los T1R3 y T3R3 y al quinto mes únicamente el T1R3 se mantuvo con las estacas sanas hasta la finalización del ensayo. Mientras que el tratamiento más afectado al cabo de los 5 meses fue el T2R2 con el 75% de estacas sanas, el 15% de estacas parcialmente sanas y el 10% de estacas enfermas.

En la investigación de Kayang (2001) para hongos y bacterias en plantas de *Alnus nepalensis* obtuvo mayor afectación en espacios cerrados que en espacios abiertos, lo que disminuyó las actividades vegetativas propias de la especie, resultados similares a los obtenidos en la presente investigación con afectación superior en estacas en el medio controlado que se mantuvo cerrado con una diferencia del 5% para estacas parcialmente sanas y 20% para estacas enfermas a diferencia del medio abierto. Balami y Thapa (2017) menciona que las especies exóticas sufren una mayor afectación por insectos que se alimentan de los tallos.

Tabla 12

Registro semanal de la temperatura de vivero e invernadero

Temperatura (°C)									
Día	Fecha	Invernadero				Vivero			
		8:00 a. m.	12:00	16:00	Promedio	8:00 a. m.	12:00	16:00	Promedio
Miércoles	6/11/2019	18	26,5	31	25,2	14	20	23	19
Miércoles	13/11/2019	20	27	23	23,3	17	22	18	19
Miércoles	20/11/2019	23	28	27	26,0	18	25	22	21,7
Miércoles	27/11/2019	24	28,5	27	26,5	20	25	23	22,7
Miércoles	4/12/2019	23	28	22	24,3	19	23	19	20,3
Miércoles	11/12/2019	21	29,5	25	25,2	17,5	26	22	21,8
Miércoles	18/12/2019	25	28	26,5	26,5	21	25	23	23,0
Jueves	2/1/2020	21	27	24	24,0	18	23	20	20,3
Miércoles	8/1/2020	23,5	31	27	27,2	19	28	25	24,0
Miércoles	15/1/2020	26,5	32,5	28	29,0	21	27	23	23,7
Miércoles	22/1/2020	20	24	27	23,7	17	21,5	22	20,2
Miércoles	29/1/2020	23	26	25	24,7	19	23	21,5	21,2
Miércoles	5/2/2020	22	29,5	26	25,8	19,5	26	22	22,5
Miércoles	12/2/2020	21	27	24,5	24,2	18	23,5	20	20,5
Miércoles	19/2/2020	20	25	24	23,0	17	22	21,5	20,2
Miércoles	26/2/2020	21	25,5	28,5	25,0	18,5	23	26	22,5

Para Lazdiņa, Bārdule, Bārdulis, y Martinsone (2010) en el estudio de propagación de *Alnus incana* y *Alnus glutinosa* obtuvieron resultados de 43% de enraizamiento en temperaturas de 18-20 °C en condiciones de “invernadero de niebla” para aliso blanco, resultados superiores al 2% de enraizamiento obtenido en la presente investigación para invernadero con una temperatura promedio de 21.4 °C, diferencias debido a los tratamientos aplicados en cámara climática a los esquejes, al tipo de sustrato empleado de turba enriquecido con nutrientes vegetales, al riego con agua y tratamiento de “Ausma”, ya que en la investigación se utilizó agua potable y otro tipo de sustrato.

En la investigación de Graves, Kroggel, y Widrlechner (2002) para plantas de *Alnus hirsuta* (Spach.) Turcz. ex Rupr., *Alnus incana* (L.) Moench., *Alnus japónica* (Thunb.) Steud. y *Alnus marítima* (Marshall) Muhl. ex Nutt. en invernadero registraron rangos de temperaturas de 22 °C y 30 °C para tratamientos de inundación y sequía, lo que produjo que las especies de *Alnus* redujeran significativamente el desarrollo de brotes, rangos similares a los registrados en la presente investigación para brotes y temperatura de 21.4 °C en invernadero, resultados similares de brotes debido al mismo método de riego manual una vez al día con agua potable.

Debido a que las estacas que presentaron brotes y enraizamiento fueron poco significativas para los datos en el análisis de varianza en las pruebas estadísticas que evaluaron el efecto del ambiente (vivero e invernadero) y los enraizadores (sauce, café, trigo y Hormonagro #1) arrojaron resultados similares en la propagación asexual de la especie, pero es posible evidenciar que el ambiente natural produce los mismos resultados que en el ambiente controlado en la propagación de la especie, al igual que las hormonas naturales producen los mismos efectos que la hormona química.

Con el total de los resultados se evidenció que en ciertas unidades experimentales existieron individuos que si produjeron brotes pero el mayor porcentaje de individuos murieron, por lo que estadísticamente los individuos que produjeron brotes no fueron representativos.

4.1.6. Costos de producción

El costo mayor se obtuvo con el empleo de la hormona de infusión de café, mientras que el menor costo se obtuvo con testigo tanto para invernadero y vivero como se evidencia en la tabla 13 y tabla 14.

Tabla 13*Costos de producción de estacas por tratamiento en invernadero*

Invernadero					
COSTOS VARIABLES	T1	T2	T3	T4	T5
Obtención del sustrato	36,44	36,44	36,44	36,44	36,44
Preparación de sustrato	5,16	5,16	5,16	5,16	5,16
Instalación del ensayo	13,01	13,01	13,01	13,01	13,01
Preparación de enraizante	2,07	5,11		7,92	4,43
Mantenimiento	20,45	20,45	20,45	20,45	20,45
SUBTOTAL	77,12	80,17	75,06	82,98	79,49
COSTOS FIJOS					
Infraestructura	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19
Depreciación de herramientas	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19
Administración (10%)	7,71	8,02	7,51	8,3	7,95
Imprevistos (5%)	3,86	4,01	3,75	4,15	3,97
SUBTOTAL	15,95	16,41	15,64	16,83	16,3
COSTO TOTAL	93,07	96,58	90,7	99,81	95,79
COSTO POR ESTACA	1,55	1,61	1,51	1,66	1,60

El tratamiento que demanda mayor costo fue el tratamiento T4 con un costo de \$1,66 debido a la preparación del enraizante (café), mientras que el tratamiento T3 sin enraizador, muestra el costo menor.

Para los costos de invernadero se obtuvo que los costos variables tienen mayor porcentaje sobre los costos fijos para los costos totales de cada uno de los tratamientos; así los costos variables para los T1, T2, T3, T4 y T5 son de 75,06%, 75,45%, 74,77%, 75,80% y 75,37% respectivamente, mientras que los costos variables para los mismos tratamientos son de 24,94%, 24,55%, 25,23%, 24,20% y 24,63%.

Tabla 14*Costos de producción de estacas por tratamiento en vivero*

	Vivero				
COSTOS VARIABLES	T1	T2	T3	T4	T5
Obtención del sustrato	37,20	37,20	37,20	37,20	37,20
Preparación de sustrato	5,16	5,16	5,16	5,16	5,16
Instalación del ensayo	10,93	10,93	10,93	10,93	10,93
Preparación de enraizante	2,07	5,11		7,92	4,43
Mantenimiento	20,45	20,45	20,45	20,45	20,45
SUBTOTAL	75,80	78,84	73,73	81,66	78,16
COSTOS FIJOS					
Infraestructura	6,91	6,91	6,91	6,91	6,91
Depreciación de herramientas	6,91	6,91	6,91	6,91	6,91
Administración (10%)	7,58	7,88	7,37	8,17	7,82
Imprevistos (5%)	3,79	3,94	3,69	4,08	3,91
SUBTOTAL	25,19	25,65	24,88	26,07	25,54
COSTO TOTAL	100,99	104,49	98,61	107,72	103,70
COSTO POR ESTACA	1,68	1,74	1,64	1,80	1,73

El tratamiento que demanda mayor costo fue el tratamiento T4 con un costo de \$1,80 debido a la preparación del enraizante (café), mientras que el tratamiento T3 sin enraizador, muestra el costo menor.

Para los costos de vivero se obtuvo que los costos variables tienen mayor porcentaje sobre los costos fijos para los costos totales de cada uno de los tratamientos; así los costos variables para los T1, T2, T3, T4 y T5 son de 82,86%, 83,00%, 82,76%, 83,14% y 82,98% respectivamente, mientras que los costos variables para los mismos tratamientos son de 17,14%, 17,00%, 17,24%, 16,86% y 17,02%.

Para Enriquez (2015) en la propagación de *Alnus acuminata* en vivero obtuvo costos de \$0,46 por plántula en el empleo de la especie para cada tratamiento con ANA, IBA y AIA,

costo inferior al promedio obtenido en vivero para *Alnus nepalensis* de \$1,72, así como en la investigación de (Vásquez, 2008) para la producción de estacas de *Alnus acuminata* en vivero fue de \$0,15 resultado inferior debido por el factor controlado de concentración de la hormona preparada IBA a 10 ppm, tipos de sustratos, empleo de un mayor número de hormonas naturales, estacas totales, 450 para (Enriquez., 2015), 640 para Vásquez y 600 en la presente investigación, calidad y cantidad de insumos empleados, mano de obra y costos de movilización.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El invernadero resultó ser el ambiente más adecuado para la emisión de brotes aéreos de las estacas dadas las condiciones controladas de temperatura y humedad, aun cuando el tiempo de permanencia de estos fue corto.
- Las hormonas naturales y la hormona química no presentaron resultados óptimos en ninguno de los dos ambientes para la estimulación en la producción de raíces ya que esta fue escasa y en ciertas estacas nula.
- Los costos de producción fueron mayores en el ambiente natural de vivero con hormona natural, dentro de estos el costo variable de la obtención del sustrato tiene una influencia mayor, mientras que los costos más bajos se obtuvieron en invernadero sin la aplicación de hormonas.

5.2. Recomendaciones

- Mejorar las condiciones del invernadero a nivel tecnológico para mantener un monitoreo riguroso y constante de la temperaturas y contenido de humedad, así como emplear camas germinadoras para estudiar el comportamiento de la especie, su adaptación y su desarrollo en un medio controlado.
- Realizar investigaciones con el empleo de diferentes partes vegetativas de la especie con tejidos vegetales como meristemos, para conocer el potencial de la especie donde se consiga un porcentaje más alto de multiplicación de manera natural o artificial para que esta logre enraizar y emitir raíces.
- Emplear otras mezclas de sustratos a las utilizadas en la presente investigación para conseguir el idóneo en la propagación de la especie.
- Ampliar el estudio de propagación con diferentes hormonas y mayor tiempo de inmersión de las estacas de entre 2h a 4h en hormonas tanto naturales como químicas a concentraciones de 0,31 g/L de auxina IBA, 0,2 g/L de IAA y 0,5 g/L de NAA.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS

- Abedini, W. (2005). Propagación vegetativa de *Parkinsonia aculeata* L. por estaquillado. *Quebracho-Revista de Ciencias Forestales*(12), 23-33.
- Acuña, B., Jiménez, A., Franco, J., Murillo, G., Ramírez, J., Gamboa, J., y Fernández, A. (1992). Técnicas para la producción de *Dracaena marginata* en Costa Rica. *EUNED, San José, Costa Rica*.
- Agrocalidad. (2018). Muestreo para análisis de suelos. In f. y. a. Laboratorio de suelos (Ed.), (pp. 11). Quito.
- Álvarez, R. (2007). *Estadística aplicada a las ciencias de la salud*: Ediciones Díaz de Santos.
- Añazco, M., Morales, M., Palacios, W., Vega, E., y Cuesta, A. L. (2010). *Sector Forestal Ecuatoriano: propuestas para una gestión forestal sostenible*.
- Añazco, M., y Vallejos, H. (2018). *Incremento de la cobertura forestal en la zona de Intag, provincia de Imbabura–Ecuador utilizando la especie de uso múltiple Aliso (Alnus nepalensis) En plantaciones y sistemas agroforestales*. Paper presented at the Taller I: Silvicultura, ecología y genética.
- Añazco, M., Vallejos, H., y Vizcaíno, M. (2018). Dinámica de crecimiento de *Alnus nepalensis* D. Don en el noroccidente de Ecuador continental. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 6(3), 354-365.
- Arellano, O., Quispe, G., Ayaviri, D., y Escobar, F. (2017). Estudio de la Aplicación del Método de Costos ABC en las Mypes del Ecuador. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 19(1), 33-46.
- Arteaga, D. (2018). *Crecimiento inicial de aliso (alnus nepalensis d. don) en dos prácticas agroforestales establecidas, en la Zona de Intag, Noroccidente del Ecuador*.
- Bacic, M. (2015). El método del costeo completo y la determinación de precios: una visión a partir del abordaje de las convenciones *Los costos y la gestion en la ruta de innovación y el conocimiento*. Medellín: Universidad Estatal de Campinas.
- Balami, S., y Thapa, L. B. (2017). Herbivory damage in native *Alnus nepalensis* and invasive *Ageratina adenophora*. *Botanica Orientalis: Journal of Plant Science*, 11, 7-11.

- Ballesteros, I., & Peña, R. (2012). *Evaluación de cuatro enraizadores y tres métodos de aplicación en Sedum acre L, Sedum luteoviride R.T.Clausen, Sedum reflexum (L.) Grulich y Sedum sediforme (Jacq.) Pau*. Universidad Nacional de Colombia. <http://www.bdigital.unal.edu.co/9746/>
- Banco Central del Ecuador. (2012). *Environmental income and rural livelihoods*.
- Barrantes, G., Chaves, H., y Vinuesa, M. (2001). El Bosque en el Ecuador Una visión transformada para el desarrollo y la conservación. *COMAFORS. Ecuador*.
- Boboy, C. (2013). *Análisis del proceso de control de los activos fijos en el colegio nacional Ibarra durante el año lectivo 2009-2010*.
- Brait, B., y Todaria, N. (1990). Seasonal rooting rebaviour of stem cuttings of some agroforestry species of garhwal Himalaya. *Indian Journal of Forestry*, 13 (4), 362-364.
- Brown, A., y Kappelle, M. (2001). Introducción a los bosques nublados del neotrópico: una síntesis regional. *Bosques nublados del neotrópico*, 27-40.
- Caicedo, C., y Vallejo, M. (2019). *La pobreza como determinante del consumo de leña para cocinar y su efecto en la deforestación de los bosques del Ecuador entre 1982-2017*. Quito, Ecuador: Flacso Ecuador,
- Caso, O. (1992). *Juvenilidad, rejuvenecimiento y propagación vegetativa de las especies leñosas* (Vol. 9).
- Castrillón, J. C., Carvajal, E., Ligarreto, G., y 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.
- Castro, M., Lopez, F., Sierra, R., Calva, O., y Camacho, J. (2013). *Zonas de Procesos Homogéneos de Deforestación del Ecuador: Factores promotores y tendencias al 2020*. Quito: Programa GESOREN-GIZ y Ministerio de Ambiente del Ecuador.
- Cerón, C., Palacios, W., Valencia, R., y Sierra, R. (1999). *Las formaciones naturales de la Costa del Ecuador*. Quito.
- Cervantes, D. (2011). *Propagación vegetativa de quinilla (Manilkara bidentata, a. dc.) mediante el enraizamiento de estaquillas utilizando cámara de subirrigación en el distrito de morales provincia de San Martín.*, Tesis Ingeniero Agrónomo. Tarapoto, PE, Universidad Nacional de San Martín.,

- Cevallos, J. (2017). *Determinación de la ubicación geográfica de Alnus nepalensis D. Don en la zona de Intag noroccidente del Ecuador*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Chilique, M., y Vallejos, H. (2017). COSTOS: Modalidad Órdenes de Producción. In.
- Chonillo, M. (2016). “*Propagación de café robusta (Coffea canephora) por esquejes usando fitohormonas y mezcla de sustratos, en la zona de Vinces-Ecuador*”.
- Colombo, A. (2018). *La reproducción por esquejes*: Parkstone International.
- CONIF. (2002) Aplicación de métodos de estacas e injertos para la Propagación Vegetativa de Cordia alliodora (Ruíz y Pavón) Oken y Tabebuia rosea (Bertol) DC. . In, (pp. 61).
- Crespo, Y. (2017). Costeo ABC y su aplicación en los costos por productos. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*(228).
- Cuzco, R. (2014). *Propagación vegetativa de aliso (Alnus acuminata HBK) y porotón (Erythrina edulis Triana ex Micheli) Utilizando tres tipos de enraizadores en la comunidad picalqui del cantón Pedro Moncayo.*, Universidad Técnica del Norte., Ibarra.
- Ecuador Forestal. (2007a). *Planificación estratégica plantaciones forestales en el Ecuador*.
- Ecuador Forestal. (2007b). *Planificación estratégica, transformación y comercialización de madera en el Ecuador*. Quito: Ecuador Forestal.
- Ecuador Forestal. (2012). *Planificación Estratégica Bosques Nativos en el Ecuador*.
- Enriquez, H. (2015). *Propagación vegetativa de Quishaur (Buddleja incana) y aliso (Alnus acuminata) Empleando tres enraizadores en la Granja Experimental Yuyucocha, de la universidad Técnica del Norte*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- España, F. (2016). *Construcción de modelos alométricos para la determinación de biomasa aérea en aliso de nepal (Alnus Nepalensis D. Don) en la zona de Intag, Andes del Norte del Ecuador*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Fajardo, A. (2015). *Propagación vegetativa de café nacional (Coffea arábica), con el uso de hormonas estimulantes del enraizamiento ana y aib en el canton Buena Fe*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo.
- FAO. (2016). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*. ROMA: FAO.
- Gallego, A., Ramírez, C., y Preciado, M. (2005). *Diseño de una metodología para la gestión de costos y gastos en empresas públicas de Medellín*. . Universidad de Medellín, Medellín.

- García, E. (2019). Plantaciones forestales comerciales "no afectan al bosque nativo" en Ecuador. *El Universo*.
- García, V. (1974). Enraizado de estacas, de seis especies forestales, con tres niveles de ácido indolbutírico.
- Gatter, S., y Romero, M. (2005). Análisis económico de la cadena de aprovechamiento, transformación y comercialización de madera aserrada provenientes de bosques nativos en la región centro-sur de la amazonía ecuatoriana. *Informe Servicio Forestal Amazónico*, 1-29.
- Graves, W. R., Kroggel, M. A., y Widrlechner, M. P. (2002). Photosynthesis and shoot health of five birch and four alder taxa after drought and flooding. *Journal of Environmental Horticulture*, 20(1), 36-40.
- Guzmán, D. (2014). *La institucionalidad forestal productiva en el Ecuador: estudio de caso del Programa Proforestal*. Flacso Ecuador, Quito.
- Haltia, O., y Keipi, K. (1997). *El financiamiento de las inversiones forestales en América Latina: El uso de los incentivos*. Washington: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Hernández, E., y García, I. (2016). Brasinoesteroides en la agricultura. I. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(2), 441-450.
- Holloway, P., y Zasada, J. (1979). *Vegetative propagation of 11 common Alaska woody plants* (Vol. 334): Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Forest and range experimenta station.
- INAMHI – UTN. (2018). Datos de la estación meteorológica Yuyococha
- Jordán, M., y Casaretto, J. (2006). Hormonas y reguladores del crecimiento: auxinas, giberelinas y citocininas. *Fisiología Vegetal*, 1-28.
- Josse, C., Navarro, G., Comer, P., Evans, R., Faber-Langendoen, D., Fellows, M., . . . Reid, M. (2003). Ecological systems of Latin America and the Caribbean. *NatureServe*.
- Kayang, H. (2001). Fungal and bacterial enzyme activities in *Alnus nepalensis* D. Don. *European journal of soil biology*, 37(3), 175-180.
- Lazdiņa, D., Bārdule, A., Bārdulis, A., y Martinsone, K. (2010). Rooting alder cuttings: first experimental results. *Mežzinātne*(21), 76-94.
- Leguia, D., y Moscoso, F. (2015). *Medidas y Acciones REDD+ Ecuador: Aplicación del enfoque paisaje y flujo / stock*. Quito: Programa Nacional Conjunto ONU REDD Ecuador y Ministerio de Ambiente del Ecuador.

- López, E., & González, B. (2014). Diseño y análisis de experimentos: Fundamentos y aplicaciones en agronomía (Vol. II). Guatemala.
- López, N., y Muñoz, J. (2017). La producción forestal una actividad con alto potencial en el Ecuador requiere un cambio de visión. *Bosques Latitud Cero*, 7(1).
- López, R. (2019). *Análisis de los elementos del costo*: IMCP.
- MacDicken, K., Jonsson, Ö., Piña, L., Maulo, S., Contessa, V., Adikari, Y., . . . D'Annunzio, R. (2016). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015: cómo están cambiando los bosques del mundo?* (II ed.). Roma: FAO.
- MAE. (2010). Aprovechamiento de los recursos forestales en Ecuador 2007-2009. *Ecuador: http://www. itto. int/files/user/pdf/PROJECT_REPORTS/PD% 20406_06_% 20Forest, 2*.
- MAE. (2012). *Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental* (Vol. 106). Quito: MAE.
- MAE. (2013). Sistema Nacional de Control Forestal.
http://www. ambiente. gob. ec/wp-content/uploads/downloads/2015/07/CONTROL-FORESTAL. pdf.
- MAE. (2014). *Plan Nacional de Restauración Forestal 2014-2017*. Quito: MAE.
- MAE. (2016a). *Bosques para el Buen Vivir - Plan de Acción REDD+ (2016-2025)*. Quito.
- MAE. (2016b). *Estrategia Nacional de Biodiversidad 2015-2030* (Vol. I). Quito: MAE.
- MAGAP. (2015). *Programa de Incentivos para la Reforestación con Fines Comerciales*. Guayaquil: MAGAP.
- Mata, F., y Vílchez, B. (2001). Evaluación del efecto de dosis de ácido indolbutírico y tipos de explantes en el enraizamiento de estacas uninodales de jaúl (*Alnus acuminata ssp arguta*)(Schlectendal)(Furlow), en Cartago, Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 13(4), ág. 20-26.
- Mediavilla, F. (2016). *Propiedades físicas, químicas y de trabajabilidad de la madera de alnus nepalensis d. don en Intag, zona Andina del Ecuador*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Mejía, Rossman, A., Castlebury, L., Yang, Z., y White, J. (2012). Occultocarpon, a new monotypic genus of Gnomoniaceae on *Alnus nepalensis* from China. *Fungal Diversity*, 52(1), 99-105.

- Mejía, E., y Pacheco, P. (2013) Aprovechamiento forestal y mercados de la madera en la Amazonía Ecuatoriana. In: *Vol. 97*. Bogor, Indonesia: CIFOR.
- Mendoza, J. (2019). *Efecto de tres dosis de root-hor en el enraizamiento de estacas de higo (Ficus carica) en condiciones de vivero*. Universidad Nacional del Santa Chimbote-Perú.
- Mesén, F. (1998). *Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales*: Bib. Orton IICA/CATIE.
- Mogrovejo, P. (2017). *Bosques y cambio climático en Ecuador: el regente forestal como actor clave en la mitigación del cambio climático.*, Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.,
- Montoya, G. (2015). *Propagación de estacas tallo leñoso y semileñoso de Aristotelia chilensis (Mol) Stuntz. mediante el uso del ácido indolbutírico*. Universidad de Concepción, Chile.
- Muriel, P. (2008). La diversidad de ecosistemas en el Ecuador. *Enciclopedia de las plantas útiles del Ecuador*, 28-38.
- Osuna, H., Osuna, A., y Fierro, A. (2016). *Manual de propagación de plantas superiores*. México.
- Owen, R., y Thiel, H. (2006). *Andean Countries: A Strategy for Forestry. Case Studies* (Vol. III of V). Bolivia FAO/World Bank Cooperative Programme, Latin America and the Caribbean Service, Investment Centre Division.
- Park, Y.-S., Bonga, J., y Moon, H.-K. (2016). *Vegetative propagation of forest trees*. Seoul, Korea: National Institute of Forest Science (NiFos).
- Passecker, F. v. (1947). Entwicklungsphasen und vegetative Vermehrung holziger Gewächse. *Zbl. Ges. Forst-u. Holzw.*, 70(3/4), 270-292.
- Portilla, D. (2012). *Propagación vegetativa del aliso (Alnus acuminata HBK) utilizando dos tipos de sustrato en la parroquia La Esperanza*. Universidad Técnica del Norte Ibarra.
- Portillo, L., y Santacruz-Ruvalcaba, F. (2004). Totipotencia celular: Una revisión y aplicación del concepto. *Scientia Cuba*, 13.
- Pretell, J., Jon, R., Ocaña, D., y Barahona, E. (1985). *Apuntes sobre algunas especies forestales nativas de la sierra peruana*. Lima, Perú.
- Quinapallo, E., y Vélez M. (2013). Propagación sexual y asexual de cuatro especies forestales promisorias del bosque seco del cantón zapotillo, provincia de Loja.

- Raven, P., Evert, R., y Eichhorn, S. (1992). *Biología de las plantas* (Vol. 2): Reverté.
- Rivero, G., Guerrero, R., y Ramírez, M. (2005). Enraizamiento de estacas de semeruco (Malpighia glabra L.) Rooting of acerola (Malpighia glabra L.). *Rev. Fac. Agron*, 22(1).
- Rojas, S., García, J., y Alarcón, M. (2004). Propagación asexual de plantas. *CORPOICA-PRONATTA.*, 55.
- Rosales, L., Kane, M., y Jurado, J. (1992). Resultados de tres ensayos de propagación vegetativa de Gmelina arborea Roxb. In (pp. 12). Acarigua, Venezuela.
- Ruiz, D. (2017). *Determinación de la durabilidad natural de la madera de Carapa amorphocarpa W. Palacios Y Alnus nepalensis D. Don.* Universidad Técnica del Norte Ibarra.
- Salazar, J. (2018). *Evaluación del crecimiento del aliso (Alnus acuminata HBK) y su influencia en un sistema silvopastoril ubicado en la parroquia El Carmelo provincia del Carchi.* Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Tulcán.
- Salazar, R. (1995). *Avances en la producción de semillas forestales en América Latina.* Managua.
- Samaniego, J. (2011). Sistemas de incentivos económicos y no económicos para el manejo forestal sustentable en Ecuador. *Polémika*, 3(7).
- Sanchez, M. (2015). Ecuador: Revisión a las principales características del recurso forestal y de la deforestación. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 3(1), 41-54.
- Sánchez, V. (2019). *Propagación vegetal de higuierilla (Ricinus communis L) por esqueje en la región Valles Centrales de Oaxaca.* Universidad abierta y a distancia de México, México.
- Sandoval, C., y Le-Coq, J. (2017). Dinámicas de la política forestal: génesis y evolución del programa de incentivos forestales en Guatemala. *Eutopía*, 2(4), 3-48.
- Schrader, J. (1999). *Propagation of Alnus maritima from its three disjunct populations.* IowaState University, Ames, Iowa.
- Segura, A., Martínez, R., Ariz, F., Argel, G., y Triviño, T. (1991). *Propagación agámica de seis especies forestales neotropicales en Colombia:* CONIF, Bogotá (Colombia).
- Sepúlveda, C. J., y Ibrahim, M. (2013). *Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas: como una medida de adaptación al cambio climático en América Central.* Turrialba.

- Sharma, A., y Zheng, B. (2019). Molecular responses during plant grafting and its regulation by auxins, cytokinins, and gibberellins. *Biomolecules*, 9(9), 397.
- Sharma, E., Sharma, R., y Pradhan, M. (1998). Ecology of Himalayan alder (*Alnus nepalensis* D. Don). *Pinsa*, 64, 59-78.
- Sharma, R., Xu, J., y Sharma, G. (2007). Traditional agroforestry in the eastern Himalayan region: Land management system supporting ecosystem services. *Tropical Ecology*, 48(2), 189.
- Shekhawat, M., y Manokari, M. (2016). Impact of auxins on vegetative propagation through stem cuttings of *Couroupita guianensis* Aubl.: a conservation approach. *Scientifica*, 2016.
- Sierra, R. (2013). Patrones y factores de deforestación en el Ecuador continental, 1990-2010. Y un acercamiento a los próximos 10 años. *For. Trends Int. Conserv. Ecuador*, 57.
- Siura, S. (2016). Acodos y propagación vegetativa natural. *Principios de Propagación de Plantas*, 43.
- Trewavas, A., y Cleland, R. (1983). Is plant development regulated by changes in the concentration of growth substances or by changes in the sensitivity to growth substances? *Trends in Biochemical Sciences*, 8(10), 354-357.
- Vallejos, H., Añazco, M., Paredes, H., y Vizcaíno, M. (2018). Propagación vegetativa por estacas de *Alnus nepalensis* D. Don utilizando dos tipos de hormonas de enraizamiento. *REDU*, 1098-1104.
- Vargas, F. (2011). *Incentivos forestales en la legislación ecuatoriana como una herramienta para el desarrollo forestal sustentable*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.
- Vásquez, S. (2008). *Efecto de las Auxinas iba y ana en el enraizamiento de estacas forestales de las especies *Alnus acuminata* y *Polylepis racemosa* Cayambe 2008*. Universidad Politécnica Salesiana Quito.
- Viasus, G., Álvarez, J., y Alvarado, O. (2013). Efecto de la aplicación de giberelinas y 6-bencilaminopurina en la producción y calidad de fresa (*Fragaria x Ananassa* Duch.). *Bioagro*, 25(3), 195-200.
- Viteri, A., y Cordero, E. V. (2010). Documento de análisis del sector forestal en el contexto de adaptación y mitigación al cambio climático del sector uso de suelo, cambio de


- suelo, y silvicultura (forestal) en el Ecuador. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, III, 41-54.
- Wang, W., Li, L., Zhang, W., Zheng, S., Bao, X., Wang, W., y Liao, W. (2014). Effects of scion and exterior hormones on cuttage rooting of *Alnus nepalensis*. *Journal of West China Forestry Science*, 43(2), 125-130.
- Xue-xian, B., Shu-lyu, Z., Lian-fang, L., Kang-lin, W., Wei, Z., Wen-jun, W., . . . Wen-jun, Y. (2015). Effects of Matrices and Hormones on Rooting Traits of *Alnus nepalensis* Rooted Cutting. *Guangxi Forestry Science*(4), 9.
- Yanez, P., y Granda, M. J. (2016). Factores socio-ambientales y de conservación en predios amazónicos de Ecuador vinculados o no al Programa Socio Bosque Socio Bosque. *INNOVA Research Journal*, 17-29.
- Zanoni, C. (1975). *Propagación vegetativa por estacas de ocho especies forestales*. Universidad de Costa Rica, Costa Rica.
- Zobel, B., y Talbert, J. (1988). *Técnica de Mejoramiento Genético de Árboles Forestales*: Limusa.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1.

Análisis de suelo de la granja experimental "Yuyucocha"

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSENIARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Intercecalérica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Telef.: 023828860 Ext. 2080	PGT/SFA/09-FO01
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Rev. 5
		Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE-LEN-16-006

Informe N°: IN SFA-118-1267
 Fecha emisión Informe: 09/08/2019

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Melany Narváez

Dirección¹: Ibarra

Provincia¹: Imbabura

Cantón¹: Ibarra

Teléfono¹: 0952050432

Correo Electrónico¹: manarvaezb@utn.edu.ec

N° Orden de Trabajo: SFA-19-CGLS-1598

N° Factura/Documento: 001-001-14618

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra ¹ : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco
Cultivo ¹ : Árboles Aliso	
Provincia ¹ : Imbabura	Coordenadas ¹ : X: ----
Cantón ¹ : Intag	Y: ----
Parroquia ¹ : Comunidad Wasu	Altitud: ----
Muestreado por ¹ : Melany Narváez	
Fecha de muestreo ¹ : 26-08-2019	Fecha de inicio de análisis: 27-08-2019
Fecha de recepción de la muestra: 27-08-2019	Fecha de finalización de análisis: 09-09-2019

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-19-1542	Melany Narváez Muestra 2	pH a 25 °C	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	—	8,27
		Materia Orgánica*	Volamétrico PEE/SFA/08	%	5,36
		Nitrógeno*	Volamétrico PEE/SFA/09	%	0,27
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	71,4
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,48
		Calcio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	14,76
		Magnesio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	2,34
		Hierro*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	190,8
		Manganeso*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	13,36
		Cobre*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	7,80
Zinc*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	5,90		


Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibido la reproducción parcial de este informe.

¹ Datos suministrados por el cliente; el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

Anexo 2.

Análisis de suelo de Intag

 AGROCALIDAD <small>AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL RÍO Y FIDUCIARIO</small>	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14K y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf: 023828860 Ext. 2080	PGT/SFA/09-FO01
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Rev. 5 Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE-LEN-16-006

Informe N°: LN-SFA-019-1336
 Fecha emisión informe: 09/09/2019

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Melany Narváez

Dirección¹: Ibarra

Provincia¹: Imbabura

Cantón¹: Ibarra

Teléfono¹: 0962050432

Correo Electrónico¹: manarvaezb@utn.edu.ec

N° Orden de Trabajo: SFA-19-CGLS-1598

N° Factura/Documento: 001-001-14618

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra ¹ : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco
Cultivo ¹ : Fréjol	
Provincia ¹ : Imbabura	Coordenadas ¹ : X: ----
Cantón ¹ : Ibarra	Y: ----
Parroquia ¹ : San Francisco	Altitud: ----
Muestreado por ¹ : Melany Narváez	
Fecha de muestreo ¹ : 26-08-2019	Fecha de inicio de análisis: 27-08-2019
Fecha de recepción de la muestra: 27-08-2019	Fecha de finalización de análisis: 09-09-2019

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-19-1541	Melany Narváez Muestra 1	pH a 25 °C	Electrométrica FEE/SFA/06 EPA 8085D	—	7,74
		Materia Orgánica*	Volumétrica FEE/SFA/06	%	1,74
		Nitrógeno*	Volumétrica FEE/SFA/09	%	0,14
		Fósforo*	Colorimétrico FEE/SFA/11	mg/kg	42,1
		Potasio*	Absorción Atómica FEE/SFA/12	cmol/kg	0,26
		Calcio*	Absorción Atómica FEE/SFA/12	cmol/kg	15,01
		Magnesio*	Absorción Atómica FEE/SFA/12	cmol/kg	1,19
		Hierro*	Absorción Atómica FEE/SFA/13	mg/kg	43,5
		Manganeso*	Absorción Atómica FEE/SFA/13	mg/kg	7,81
		Cobre*	Absorción Atómica FEE/SFA/13	mg/kg	4,62
		Zinc*	Absorción Atómica FEE/SFA/13	mg/kg	2,97

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
 Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

¹ Datos suministrados por el cliente; el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

Anexo 3.

Costo de estaca con tratamiento de trigo en invernadero (T1)

Actividades	Fuerza de Trabajo				Insumos Físicos			Total
	Cantidad	Mano de obra (días/hombre)	Valor unitario	Subtotal	Nombre	Cantidad	Subtotal	US \$
			US \$	US \$			US \$	
Costos Variables								
1. Obtención del sustrato								
1.1. Extracción de tierra del lugar	0,36 m ³	0,19	18,18	3,41				3,41
1.2 Adquisición de abono	0,20 m ³	0,04	18,18	0,76				0,76
1.4. Adquisición de ripio	0,24 m ³	0,02	18,18	0,38				0,38
1.5. Adquisición de tierra de Intag	0,20 m ³	0,04	18,18	0,76				0,76
1.6. Transporte de tierra del lugar	0.36 m ³	0,06	18,18	1,14				1,14
1.7. Transporte de abono	2 m ³	5,00		5,00				5,00
1.8. Transporte de ripio	2,7 m ³	5,00		5,00				5,00
1.9. Transporte de tierra de Intag	2 m ³	20,00		20,00				20,00
Subtotal 1				36,45				36,45
2. Preparación del sustrato								

2.1. Tamizado de tierra	0,36 m ³	0,083	18,18	1,52				1,52
2.2. Mezcla de tierra 1 + abono	0,56 m ³	0,063	18,18	1,14				1,14
2.3. Desinfección del sustrato	0,56 m ³	0,063	18,18	1,14	Sulfato de cobre	0,20 kg	1,37	2,51
Subtotal 2				3,80				5,17
3. Instalación del ensayo								
3.1. Limpieza del sitio	80 m ²	0,16	18,18	2,84				2,84
3.2. Construcción de platabandas en invernadero	platabanda	0,08	18,18	1,52				1,52
3.3. Desinfección de paredes de platabandas	platabanda	0,03	18,18	0,57	Sulfato de cobre	0,20 kg	1,37	1,94
3.4. Creación de caminos	0,39 m ³	0,13	18,18	2,27				2,27
3.5. Identificación del ensayo	2 letreros	0,02	18,18	0,38	2 letreros	0,5	0,20	0,58
3.6. Identificación y recolección de estacas	6 árboles	0,13	18,18	2,27				2,27
3.7. Adquisición del material vegetativo					Estacas	60		0,45
3.8. Establecimiento de estacas	60 estacas	0,06	18,18	1,14				1,14
Subtotal 3				10,99				13,01
4. Preparación de enraizante								

4.1. Compra de Trigo	1 lb	0,02	18,18	0,38	Trigo	1 lb	0,55	0,93
4.2. Preparación del enraizador		0,06	18,18	1,14				1,14
Subtotal 4				4,52				2,07
5. Mantenimiento								
5.1. Riego	110lits.	1,00	18,18	18,18				18,18
5.2. Deshierbe	platabandas	0,13	18,18	2,27				2,27
Subtotal 5				20,45				20,45
SUBTOTAL								77,12
Costos Fijos								
1. Infraestructura								2,19
2. Depreciación equipos y herramientas								2,19
3. Administración								7,71
4. Imprevistos (5%)								3,86
SUBTOTAL								15,95
COSTO TOTAL								93,07
Costo por estaca								1,55

Anexo 4.

Costo de estaca con tratamiento de sauce en invernadero (T2)

Actividades	Fuerza de Trabajo				Insumos Físicos			Total
	Cantidad	Mano de obra (días/hombre)	Valor unitario	Subtotal	Nombre	Cantidad	Subtotal	US \$
			US \$	US \$			US \$	
Costos Variables								
1. Obtención del sustrato								
1.1. Extracción de tierra del lugar	0,36 m ³	0,19	18,18	3,41				3,41
1.2 Adquisición de abono	0,20 m ³	0,04	18,18	0,76				0,76
1.4. Adquisición de ripio	0,24 m ³	0,02	18,18	0,38				0,38
1.5. Adquisición de tierra de Intag	0,20 m ³	0,04	18,18	0,76				0,76
1.6. Transporte de tierra del lugar	0.36 m ³	0,06	18,18	1,14				1,14
1.7. Transporte de abono	2 m ³	5,00		5,00				5,00
1.8. Transporte de ripio	2,7 m ³	5,00		5,00				5,00
1.9. Transporte de tierra de Intag	2 m ³	20,00		20,00				20,00
Subtotal 1				36,45				36,45
2. Preparación del sustrato								

2.1. Tamizado de tierra	0,36 m ³	0,083	18,18	1,52				1,52
2.2. Mezcla de tierra 1 + abono	0,56 m ³	0,063	18,18	1,14				1,14
2.3. Desinfección del sustrato	0,56 m ³	0,063	18,18	1,14	Sulfato de cobre	0,20 kg	1,37	2,51
Subtotal 2				3,80				5,17
3. Instalación del ensayo								
3.1. Limpieza del sitio	80 m ²	0,16	18,18	2,84				2,84
3.2. Construcción de platabandas en invernadero	platabanda	0,08	18,18	1,52				1,52
3.3. Desinfección de paredes de platabandas	platabanda	0,03	18,18	0,57	Sulfato de cobre	0,20 kg	1,37	1,94
3.4. Creación de caminos	0,39 m ³	0,13	18,18	2,27				2,27
3.5. Identificación del ensayo	2 letreros	0,02	18,18	0,38	2 letreros	0,5	0,20	0,58
3.6. Identificación y recolección de estacas	6 árboles	0,13	18,18	2,27				2,27
3.7. Adquisición del material vegetativo					Estacas	60		0,45
3.8. Establecimiento de estacas	60 estacas	0,06	18,18	1,14				1,14
Subtotal 3				10,99				13,01

4. Preparación de enraizante								
4.1. Recolección de ramas y hojas de <i>Salix Babylonica</i>	120 gr	0,03	18,18	0,57				0,57
4.2. Preparación del enraizador		0,25	18,18	4,55				4,55
Subtotal 4				5,12				5,12
5. Mantenimiento								
5.1. Riego	110lits.	1,00	18,18	18,18				18,18
5.2. Deshierbe	platabandas	0,13	18,18	2,27				2,27
Subtotal 5				20,45				20,45
SUBTOTAL								80,17
Costos Fijos								
1. Infraestructura								2,19
2. Depreciación equipos y herramientas								2,19
3. Administración								8,02
4. Imprevistos (5%)								4,01
SUBTOTAL								16,41
COSTO TOTAL								96,58
Costo por estaca								1,61

Anexo 5.

Costo de estaca con tratamiento sin hormona en invernadero (T3)

Actividades	Fuerza de Trabajo				Insumos Físicos			Total
	Cantidad	Mano de obra (días/hombre)	Valor unitario	Subtotal	Nombre	Cantidad	Subtotal	US \$
			US \$	US \$			US \$	
Costos Variables								
1. Obtención del sustrato								
1.1. Extracción de tierra del lugar	0,36 m ³	0,19	18,18	3,41				3,41
1.2 Adquisición de abono	0,20 m ³	0,04	18,18	0,76				0,76
1.4. Adquisición de ripio	0,24 m ³	0,02	18,18	0,38				0,38
1.5. Adquisición de tierra de Intag	0,20 m ³	0,04	18,18	0,76				0,76
1.6. Transporte de tierra del lugar	0.36 m ³	0,06	18,18	1,14				1,14
1.7. Transporte de abono	2 m ³	5,00		5,00				5,00
1.8. Transporte de ripio	2,7 m ³	5,00		5,00				5,00
1.9. Transporte de tierra de Intag	2 m ³	20,00		20,00				20,00
Subtotal 1				36,45				36,45
2. Preparación del sustrato								

2.1. Tamizado de tierra	0,36 m ³	0,083	18,18	1,52				1,52
2.2. Mezcla de tierra 1 + abono	0,56 m ³	0,063	18,18	1,14				1,14
2.3. Desinfección del sustrato	0,56 m ³	0,063	18,18	1,14	Sulfato de cobre	0,20 kg	1,37	2,51
Subtotal 2				3,80				5,17
3. Instalación del ensayo								
3.1. Limpieza del sitio	80 m ²	0,16	18,18	2,84				2,84
3.2. Construcción de platabandas en invernadero	platabanda	0,08	18,18	1,52				1,52
3.3. Desinfección de paredes de platabandas	platabanda	0,03	18,18	0,57	Sulfato de cobre	0,20 kg	1,37	1,94
3.4. Creación de caminos	0,39 m ³	0,13	18,18	2,27				2,27
3.5. Identificación del ensayo	2 letreros	0,02	18,18	0,38	2 letreros	0,5	0,20	0,58
3.6. Identificación y recolección de estacas	6 árboles	0,13	18,18	2,27				2,27
3.7. Adquisición del material vegetativo					Estacas	60		0,45
3.8. Establecimiento de estacas	60 estacas	0,06	18,18	1,14				1,14
Subtotal 3				10,99				13,01
4. Mantenimiento								

4.1 Riego	110lits.	1,00	18,18	18,18				18,18
4.2 Deshierbe	platabandas	0,13	18,18	2,27				2,27
Subtotal 4				20,45				20,45
SUBTOTAL								75,06
Costos Fijos								
1. Infraestructura								2,19
2. Depreciación equipos y herramientas								2,19
3. Administración								7,51
4. Imprevistos (5%)								3,75
SUBTOTAL								15,64
COSTO TOTAL								90,70
Costo por estaca								1,51

Anexo 6.

Costo de estaca con tratamiento con café en invernadero (T4)

Actividades	Fuerza de Trabajo				Insumos Físicos			Total
	Cantidad	Mano de obra (días/hombre)	Valor unitario	Subtotal	Nombre	Cantidad	Subtotal	US \$
			US \$	US \$			US \$	
Costos Variables								
1. Obtención del sustrato								
1.1. Extracción de tierra del lugar	0,36 m ³	0,19	18,18	3,41				3,41
1.2 Adquisición de abono	0,20 m ³	0,04	18,18	0,76				0,76
1.4. Adquisición de ripio	0,24 m ³	0,02	18,18	0,38				0,38
1.5. Adquisición de tierra de Intag	0,20 m ³	0,04	18,18	0,76				0,76
1.6. Transporte de tierra del lugar	0,36 m ³	0,06	18,18	1,14				1,14
1.7. Transporte de abono	2 m ³	5,00		5,00				5,00
1.8. Transporte de ripio	2,7 m ³	5,00		5,00				5,00
1.9. Transporte de tierra de Intag	2 m ³	20,00		20,00				20,00
Subtotal 1				36,45				36,45
2. Preparación del sustrato								

2.1. Tamizado de tierra	0,36 m ³	0,083	18,18	1,52				1,52
2.2. Mezcla de tierra 1 + abono	0,56 m ³	0,063	18,18	1,14				1,14
2.3. Desinfección del sustrato	0,56 m ³	0,063	18,18	1,14	Sulfato de cobre	0,20 kg	1,37	2,51
Subtotal 2				3,80				5,17
3. Instalación del ensayo								
3.1. Limpieza del sitio	80 m ²	0,16	18,18	2,84				2,84
3.2. Construcción de platabandas en invernadero	platabanda	0,08	18,18	1,52				1,52
3.3. Desinfección de paredes de platabandas	platabanda	0,03	18,18	0,57	Sulfato de cobre	0,20 kg	1,37	1,94
3.4. Creación de caminos	0,39 m ³	0,13	18,18	2,27				2,27
3.5. Identificación del ensayo	2 letreros	0,02	18,18	0,38	2 letreros	0,5	0,20	0,58
3.6. Identificación y recolección de estacas	6 árboles	0,13	18,18	2,27				2,27
3.7. Adquisición del material vegetativo					Estacas	60		0,45
3.8. Establecimiento de estacas	60 estacas	0,06	18,18	1,14				1,14
Subtotal 3				10,99				13,01
4. Preparación de enraizante								

4.1. Compra de café	450 gr	0,02	18,18	0,38	Café	450 gr	3	3,38
4.2. Preparación del enraizador		0,25	18,18	4,55				4,55
Subtotal 4				4,93				7,93
5. Mantenimiento								
5.1. Riego	110lits.	1,00	18,18	18,18				18,18
5.2. Deshierbe	platabandas	0,13	18,18	2,27				2,27
Subtotal 5				20,45				20,45
SUBTOTAL								82,98
Costos Fijos								
1. Infraestructura								2,19
2. Depreciación equipos y herramientas								2,19
3. Administración								8,30
4. Imprevistos (5%)								4,15
SUBTOTAL								16,83
COSTO TOTAL								99,81
Costo por estaca								1,66

Anexo 7.

Costo de estaca con tratamiento con Hormonagro #1 en invernadero (T5)

Actividades	Fuerza de Trabajo				Insumos Físicos			Total
	Cantidad	Mano de obra (días/hombre)	Valor unitario	Subtotal	Nombre	Cantidad	Subtotal	US \$
			US \$	US \$			US \$	
Costos Variables								
1. Obtención del sustrato								
1.1. Extracción de tierra del lugar	0,36 m ³	0,19	18,18	3,41				3,41
1.2 Adquisición de abono	0,20 m ³	0,04	18,18	0,76				0,76
1.4. Adquisición de ripio	0,24 m ³	0,02	18,18	0,38				0,38
1.5. Adquisición de tierra de Intag	0,20 m ³	0,04	18,18	0,76				0,76
1.6. Transporte de tierra del lugar	0,36 m ³	0,06	18,18	1,14				1,14
1.7. Transporte de abono	2 m ³	5,00		5,00				5,00
1.8. Transporte de ripio	2,7 m ³	5,00		5,00				5,00
1.9. Transporte de tierra de Intag	2 m ³	20,00		20,00				20,00
Subtotal 1				36,45				36,45
2. Preparación del sustrato								

2.1. Tamizado de tierra	0,36 m ³	0,083	18,18	1,52				1,52
2.2. Mezcla de tierra 1 + abono	0,56 m ³	0,063	18,18	1,14				1,14
2.3. Desinfección del sustrato	0,56 m ³	0,063	18,18	1,14	Sulfato de cobre	0,20 kg	1,37	2,51
Subtotal 2				3,80				5,17
3. Instalación del ensayo								
3.1. Limpieza del sitio	80 m ²	0,16	18,18	2,84				2,84
3.2. Construcción de platabandas en invernadero	platabanda	0,08	18,18	1,52				1,52
3.3. Desinfección de paredes de platabandas	platabanda	0,03	18,18	0,57	Sulfato de cobre	0,20 kg	1,37	1,94
3.4 Creación de caminos	0,39 m ³	0,13	18,18	2,27				2,27
3.5. Identificación del ensayo	2 letreros	0,02	18,18	0,38	2 letreros	0,5	0,20	0,58
3.6. Identificación y recolección de estacas	6 árboles	0,13	18,18	2,27				2,27
3.7. Adquisición del material vegetativo					Estacas	60		0,45
3.8. Establecimiento de estacas	60 estacas	0,06	18,18	1,14				1,14
Subtotal 3				10,99				13,01
4. Preparación de enraizante								

4.1. Adquisición de Hormonagro #1	100 gr	0,09	18,18	1,70	Hormonagro #1	25 gr	1,02	2,72
4.2. Preparación del enraizador		0,09	18,18	1,70				1,70
Subtotal 4				3,40				4,42
5. Mantenimiento								
5.1. Riego	110lits.	1,00	18,18	18,18				18,18
5.2. Deshierbe	platabandas	0,13	18,18	2,27				2,27
Subtotal 5				20,45				20,45
SUBTOTAL								79,49
Costos Fijos								
1. Infraestructura								2,19
2. Depreciación equipos y herramientas								2,19
3. Administración								7,95
4. Imprevistos (5%)								3,97
SUBTOTAL								16,30
COSTO TOTAL								95,79
Costo por estaca								1,60

Anexo 8.

Costo de estaca con tratamiento con trigo en vivero (T1)

Actividades	Fuerza de Trabajo				Insumos Físicos			Total
	Cantidad	Mano de obra (días/hombre)	Valor unitario	Subtotal	Nombre	Cantidad	Subtotal	US \$
			US \$	US \$			US \$	
Costos Variables								
1. Obtención del sustrato								
1.1. Extracción de tierra del lugar	0,36 m ³	0,19	18,18	3,41				3,41
1.2 Adquisición de abono	0,20 m ³	0,04	18,18	0,76				0,76
1.4. Adquisición de piedra grande	0,24 m ³	0,06	18,18	1,14				1,14
1.5. Adquisición de tierra de Intag	0,20 m ³	0,04	18,18	0,76				0,76
1.6. Transporte de tierra del lugar	0.36 m ³	0,06	18,18	1,14				1,14
1.7. Transporte de abono	2 m ³	5,00		5,00				5,00
1.8. Transporte de piedra grande	2,7 m ³	5,00		5,00				5,00
1.9. Transporte de tierra de Intag	2 m ³	20,00		20,00				20,00
Subtotal 1				37,21				37,21
2. Preparación del sustrato								

2.1. Tamizado de tierra	0,36 m ³	0,083	18,18	1,52				1,52
2.2. Mezcla de tierra 1 + abono	0,56 m ³	0,063	18,18	1,14				1,14
2.3. Desinfección del sustrato	0,56 m ³	0,063	18,18	1,14	Sulfato de cobre	0,20 kg	1,37	2,51
Subtotal 2				3,80				5,17
3. Instalación del ensayo								
3.1. Limpieza del sitio	40 m ²	0,13	18,18	2,27				2,27
3.2. Desinfección de paredes de platabandas	platabanda	0,03	18,18	0,57	Sulfato de cobre	0,20 kg	1,37	1,94
3.3. Identificación del ensayo	2 letreros	0,02	18,18	0,38	2 letreros	0,5	0,20	0,58
3.4. Construcción de túneles de sombra	2 túneles	0,13	18,18	2,27				2,27
3.4. Identificación y recolección de estacas	6 árboles	0,13	18,18	2,27				2,27
3.5. Adquisición del material vegetativo					Estacas	60		0,45
3.6. Establecimiento de estacas	60 estacas	0,06	18,18	1,14				1,14
Subtotal 3				8,90				10,92
4. Preparación de enraizante								

4.1. Compra de Trigo	1 lb	0,02	18,18	0,38	Trigo	1 lb	0,55	0,93
4.2. Preparación del enraizador		0,06	18,18	1,14				1,14
Subtotal 4				1,52				2,07
5. Mantenimiento								
5.1. Riego	110lits.	1,00	18,18	18,18				18,18
5.2. Deshierbe	platabandas	0,13	18,18	2,27				2,27
Subtotal 5				20,45				20,45
SUBTOTAL								75,80
Costos Fijos								
1. Infraestructura								6,91
2. Depreciación equipos y herramientas								6,91
3. Administración								7,58
4. Imprevistos (5%)								3,79
SUBTOTAL								25,19
COSTO TOTAL								100,99
Costo por estaca								1,68

Anexo 9.

Costo de estaca con tratamiento con sauce en vivero (T2)

Actividades	Fuerza de Trabajo				Insumos Físicos			Total
	Cantidad	Mano de obra (días/hombre)	Valor unitario	Subtotal	Nombre	Cantidad	Subtotal	US \$
			US \$	US \$			US \$	
Costos Variables								
1. Obtención del sustrato								
1.1. Extracción de tierra del lugar	0,36 m ³	0,19	18,18	3,41				3,41
1.2 Adquisición de abono	0,20 m ³	0,04	18,18	0,76				0,76
1.4. Adquisición de piedra grande	0,24 m ³	0,06	18,18	1,14				1,14
1.5. Adquisición de tierra de Intag	0,20 m ³	0,04	18,18	0,76				0,76
1.6. Transporte de tierra del lugar	0.36 m ³	0,06	18,18	1,14				1,14
1.7. Transporte de abono	2 m ³	5,00		5,00				5,00
1.8. Transporte de ripio	2,7 m ³	5,00		5,00				5,00
1.9. Transporte de tierra de Intag	2 m ³	20,00		20,00				20,00
Subtotal 1				37,21				37,21
2. Preparación del sustrato								

2.1. Tamizado de tierra	0,36 m ³	0,083	18,18	1,52				1,52
2.2. Mezcla de tierra 1 + abono	0,56 m ³	0,063	18,18	1,14				1,14
2.3. Desinfección del sustrato	0,56 m ³	0,063	18,18	1,14	Sulfato de cobre	0,20 kg	1,37	2,51
Subtotal 2				3,80				5,17
3. Instalación del ensayo								
3.1. Limpieza del sitio	40 m ²	0,13	18,18	2,27				2,27
3.2. Desinfección de paredes de platabandas	platabanda	0,03	18,18	0,57	Sulfato de cobre	0,20 kg	1,37	1,94
3.3. Identificación del ensayo	2 letreros	0,02	18,18	0,38	2 letreros	0,5	0,20	0,58
3.4. Construcción de túneles de sombra	2 túneles	0,13	18,18	2,27				2,27
3.5. Identificación y recolección de estacas	6 árboles	0,13	18,18	2,27				2,27
3.6. Adquisición del material vegetativo					Estacas	60		0,45
3.7. Establecimiento de estacas	60 estacas	0,06	18,18	1,14				1,14
Subtotal 3				8,90				10,92
4. Preparación de enraizante								

4.1. Recolección de ramas y hojas de <i>Salix Babylonica</i>	120 gr	0,03	18,18	0,57				0,57
4.2. Preparación del enraizador		0,25	18,18	4,55				4,55
Subtotal 4				5,12				5,12
5. Mantenimiento								
5.1. Riego	110lits.	1,00	18,18	18,18				18,18
5.2. Deshierbe	platabandas	0,13	18,18	2,27				2,27
Subtotal 5				20,45				20,45
SUBTOTAL								78,84
Costos Fijos								
1. Infraestructura								6,91
2. Depreciación equipos y herramientas								6,91
3. Administración								7,88
4. Imprevistos (5%)								3,94
SUBTOTAL								25,65
COSTO TOTAL								104,49
Costo por estaca								1,74

Anexo 10.

Costo de estaca con tratamiento sin hormona en vivero (T3)

Actividades	Fuerza de Trabajo				Insumos Físicos			Total
	Cantidad	Mano de obra (días/hombre)	Valor unitario	Subtotal	Nombre	Cantidad	Subtotal	US \$
			US \$	US \$			US \$	
Costos Variables								
1. Obtención del sustrato								
1.1. Extracción de tierra del lugar	0,36 m ³	0,19	18,18	3,41				3,41
1.2 Adquisición de abono	0,20 m ³	0,04	18,18	0,76				0,76
1.4. Adquisición de piedra grande	0,24 m ³	0,06	18,18	1,14				1,14
1.5. Adquisición de tierra de Intag	0,20 m ³	0,04	18,18	0,76				0,76
1.6. Transporte de tierra del lugar	0.36 m ³	0,06	18,18	1,14				1,14
1.7. Transporte de abono	2 m ³	5,00		5,00				5,00
1.8. Transporte de ripio	2,7 m ³	5,00		5,00				5,00
1.9. Transporte de tierra de Intag	2 m ³	20,00		20,00				20,00
Subtotal 1				37,21				37,21
2. Preparación del sustrato								

2.1. Tamizado de tierra	0,36 m ³	0,083	18,18	1,52				1,52
2.2. Mezcla de tierra 1 + abono	0,56 m ³	0,063	18,18	1,14				1,14
2.3. Desinfección del sustrato	0,56 m ³	0,063	18,18	1,14	Sulfato de cobre	0,20 kg	1,37	2,51
Subtotal 2				3,80				5,17
3. Instalación del ensayo								
3.1. Limpieza del sitio	40 m ²	0,13	18,18	2,27				2,27
3.2. Desinfección de paredes de platabandas	platabanda	0,03	18,18	0,57	Sulfato de cobre	0,20 kg	1,37	1,94
3.3. Identificación del ensayo	2 letreros	0,02	18,18	0,38	2 letreros	0,5	0,20	0,58
3.4. Construcción de túneles de sombra	2 túneles	0,13	18,18	2,27				2,27
3.5. Identificación y recolección de estacas	6 árboles	0,13	18,18	2,27				2,27
3.6. Adquisición del material vegetativo					Estacas	60		0,45
3.7. Establecimiento de estacas	60 estacas	0,06	18,18	1,14				1,14
Subtotal 3				8,90				10,92
4. Mantenimiento								

4.1. Riego	110lits.	1,00	18,18	18,18				18,18
4.2. Deshierbe	platabandas	0,13	18,18	2,27				2,27
Subtotal 4				20,45				20,45
SUBTOTAL								73,73
Costos Fijos								
1, Infraestructura								6,91
2. Depreciación equipos y herramientas								6,91
3. Administración								7,37
4. Imprevistos (5%)								3,69
SUBTOTAL								24,88
COSTO TOTAL								98,61
Costo por estaca								1,64

Anexo 11.

Costo de estaca con tratamiento con café en vivero (T4)

Actividades	Fuerza de Trabajo				Insumos Físicos			Total
	Cantidad	Mano de obra (días/hombre)	Valor unitario	Subtotal	Nombre	Cantidad	Subtotal	US \$
			US \$	US \$			US \$	
Costos Variables								
1. Obtención del sustrato								
1.1. Extracción de tierra del lugar	0,36 m ³	0,19	18,18	3,41				3,41
1.2 Adquisición de abono	0,20 m ³	0,04	18,18	0,76				0,76
1.4. Adquisición de piedra grande	0,24 m ³	0,06	18,18	1,14				1,14
1.5. Adquisición de tierra de Intag	0,20 m ³	0,04	18,18	0,76				0,76
1.6. Transporte de tierra del lugar	0.36 m ³	0,06	18,18	1,14				1,14
1.7. Transporte de abono	2 m ³	5,00		5,00				5,00
1.8. Transporte de ripio	2,7 m ³	5,00		5,00				5,00
1.9. Transporte de tierra de Intag	2 m ³	20,00		20,00				20,00
Subtotal 1				37,21				37,21
2. Preparación del sustrato								

2.1. Tamizado de tierra	0,36 m ³	0,083	18,18	1,52				1,52
2.2. Mezcla de tierra 1 + abono	0,56 m ³	0,063	18,18	1,14				1,14
2.3. Desinfección del sustrato	0,56 m ³	0,063	18,18	1,14	Sulfato de cobre	0,20 kg	1,37	2,51
Subtotal 2				3,80				5,17
3. Instalación del ensayo								
3.1. Limpieza del sitio	40 m ²	0,13	18,18	2,27				2,27
3.2. Desinfección de paredes de platabandas	platabanda	0,03	18,18	0,57	Sulfato de cobre	0,20 kg	1,37	1,94
3.3. Identificación del ensayo	2 letreros	0,02	18,18	0,38	2 letreros	0,5	0,20	0,58
3.4. Construcción de túneles de sombra	2 túneles	0,13	18,18	2,27				2,27
3.5. Identificación y recolección de estacas	6 árboles	0,13	18,18	2,27				2,27
3.6. Adquisición del material vegetativo					Estacas	60		0,45
3.7. Establecimiento de estacas	60 estacas	0,06	18,18	1,14				1,14
Subtotal 3				8,90				10,92
4. Preparación de enraizante								

4.1. Compra de café	450 gr	0,02	18,18	0,38	Café	450 gr	3	3,38
4.2. Preparación del enraizador		0,25	18,18	4,55				4,55
Subtotal 4				4,93				7,93
5. Mantenimiento								
5.1. Riego	110lits.	1,00	18,18	18,18				18,18
5.2. Deshierbe	platabandas	0,13	18,18	2,27				2,27
Subtotal 5				20,45				20,45
SUBTOTAL								81,66
Costos Fijos								
1. Infraestructura								6,91
2. Depreciación equipos y herramientas								6,91
3. Administración								8,16
4. Imprevistos (5%)								4,08
SUBTOTAL								26,06
COSTO TOTAL								107,72
Costo por estaca								1,80

Anexo 12.

Costo de estaca con tratamiento con Hormonagro #1 en vivero (T5)

Actividades	Fuerza de Trabajo				Insumos Físicos			Total
	Cantidad	Mano de obra (días/hombre)	Valor unitario	Subtotal	Nombre	Cantidad	Subtotal	US \$
			US \$	US \$			US \$	
Costos Variables								
1. Obtención del sustrato								
1.1. Extracción de tierra del lugar	0,36 m ³	0,19	18,18	3,41				3,41
1.2 Adquisición de abono	0,20 m ³	0,04	18,18	0,76				0,76
1.4. Adquisición de piedra grande	0,24 m ³	0,06	18,18	1,14				1,14
1.5. Adquisición de tierra de Intag	0,20 m ³	0,04	18,18	0,76				0,76
1.6. Transporte de tierra del lugar	0.36 m ³	0,06	18,18	1,14				1,14
1.7. Transporte de abono	2 m ³	5,00		5,00				5,00
1.8. Transporte de ripio	2,7 m ³	5,00		5,00				5,00
1.9. Transporte de tierra de Intag	2 m ³	20,00		20,00				20,00
Subtotal 1				37,21				37,21
2. Preparación del sustrato								

2.1. Tamizado de tierra	0,36 m ³	0,083	18,18	1,52				1,52
2.2. Mezcla de tierra 1 + abono	0,56 m ³	0,063	18,18	1,14				1,14
2.3. Desinfección del sustrato	0,56 m ³	0,063	18,18	1,14	Sulfato de cobre	0,20 kg	1,37	2,51
Subtotal 2				3,80				5,17
3. Instalación del ensayo								
3.1. Limpieza del sitio	40 m ²	0,13	18,18	2,27				2,27
3.2. Desinfección de paredes de platabandas	platabanda	0,03	18,18	0,57	Sulfato de cobre	0,20 kg	1,37	1,94
3.3. Identificación del ensayo	2 letreros	0,02	18,18	0,38	2 letreros	0,5	0,20	0,58
3.4. Construcción de túneles de sombra	2 túneles	0,13	18,18	2,27				2,27
3.5. Identificación y recolección de estacas	6 árboles	0,13	18,18	2,27				2,27
3.6. Adquisición del material vegetativo					Estacas	60		0,45
3.7. Establecimiento de estacas	60 estacas	0,06	18,18	1,14				1,14
Subtotal 3				8,90				10,92
4. Preparación de enraizante								

4.1. Adquisición de Hormonagro #1	100 gr	0,09	18,18	1,70	Hormonagro #1	25 gr	1,02	2,72
4.2. Preparación del enraizador		0,09	18,18	1,70				1,70
Subtotal 4				3,40				4.42
5. Mantenimiento								
5.1. Riego	110lits.	1,00	18,18	18,18				18,18
5.2. Deshierbe	platabandas	0,13	18,18	2,27				2,27
Subtotal 5				20,45				20,45
SUBTOTAL								78,16
Costos Fijos								
1. Infraestructura								6,91
2. Depreciación equipos y herramientas								6,91
3. Administración								7,82
4. Imprevistos (5%)								3,91
SUBTOTAL								25,54
COSTO TOTAL								103,70
Costo por estaca								1,73

Anexo 13.*Depreciación de instrumentos usados en vivero*

Vivero							
material	precio	años	%	depreciación	mes	experimento	
pala	6,20	8	0,62	0,70	0,06		0,00
azadón	10,00	8	1,00	1,13	0,09		0,00
carretilla	48,00	6	4,80	7,20	0,60		0,03
bomba de fumigar	38,00	4	3,80	8,55	0,71		0,04
rastrillo	4,00	8	0,40	0,45	0,04		0,00
tamizador	17,65	7	1,77	2,27	0,19		0,09
tablas	81,00	5	8,10	14,58	1,22	6,08	1,22
clavos	1,35	2	0,14	0,61	0,05	0,25	0,05
manguera	10,00	5	1,00	1,80	0,15		0,75
manguera PVC	18,00	10	1,80	1,62	0,14		0,68
Sarán (40m)	54	4	5,4	12,15	1,01		4,05
Total							6,91

Anexo 14.*Depreciación de instrumentos usados en vivero*

Invernadero							
material	precio	años	%	depreciación	mes	experimento	
pala	6,20	8	0,62	0,70	0,06		0,00
azadón	10,00	8	1,00	1,13	0,09		0,00
carretilla	48,00	6	4,80	7,20	0,60		0,03
bomba de fumigar	38,00	4	3,80	8,55	0,71		0,04
rastrillo	4,00	8	0,40	0,45	0,04		0,00
tamizador	17,65	7	1,77	2,27	0,19		0,09
tablas	81,00	5	8,10	14,58	1,22	6,08	1,22
clavos	1,35	2	0,14	0,61	0,05	0,25	0,05
manguera	10,00	5	1,00	1,80	0,15		0,75
Total							2,19

FOTOGRAFÍAS



Foto 1. Extracción y mezcla de sustrato



Foto 2. Construcción de platabandas en invernadero



Foto 3. Armado de estructura en platabandas de vivero



Foto 4. Desinfección del sustrato



Foto 5. Recolección de material vegetal



Foto 6. Aplicación de tratamientos



Foto 7. Establecimiento del ensayo



Foto 8. Riego y mantenimiento



Foto 9. Evaluación de brotes



Foto 10. Evaluación de raíces