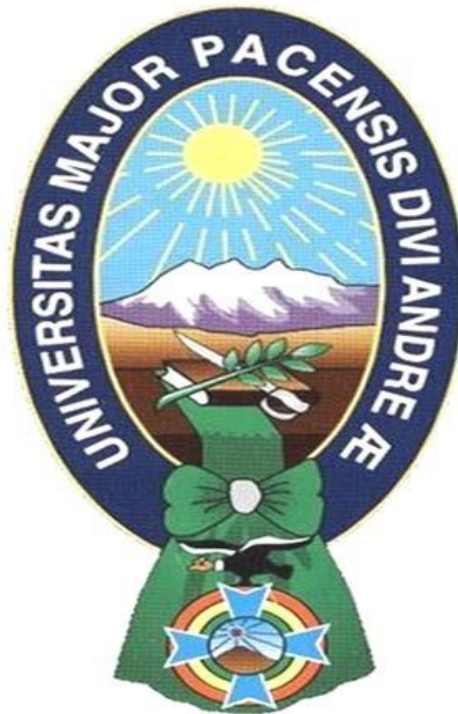


UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TRABAJO DIRIGIDO

**PROPAGACION VEGETATIVA DE ESQUEJES DE LIGUSTRO AMARILLO
(*Ligustrum ovalifolium aureum.*) EN BASE A LA APLICACIÓN DE DOS
ENRAIZADORES NATURALES EN TRES TIPOS DE SUSTRATOS EN EL VIVERO
MUNICIPAL DE ARANJUEZ, LA PAZ**

OVIDIO RAMOS ARRATIA

LA PAZ - BOLIVIA

2019

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROPAGACION VEGETATIVA DE ESQUEJES DE LIGUSTRO AMARILLO
(*Ligustrum ovalifolium aureum.*) EN BASE A LA APLICACIÓN DE DOS
ENRAIZADORES NATURALES en TRES TIPOS DE SUSTRATOS EN EL VIVERO
MUNICIPAL DE ARANJUEZ, LA PAZ

*Trabajo Dirigido presentado como requisito
parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo*

OVIDIO RAMOS ARRATIA

Asesor:

Ing. M. Sc. Hugo D. Bosque Sánchez

Tribunal Examinador:

Ing. M. Sc Estanislao Poma Loza

Ing. M. Sc Lucio Rene Tito Villca

APROBADA

Presidente Tribunal Examinador:



DEDICATORIA

*Para ti mi princesa que me diste fuerzas cuando estuve
desfallecido y con una sonrisa curaste mis tristezas,
gracias por darme el mejor trabajo del mundo... ¡ser*

Papá!.....

AGRADECIMIENTOS

Para mi papá Julio Ramos Jarro que me enseñó a ser humilde y servicial, mi mamá Cecilia Arratia que me dio cariño y nunca me abandonó y me enseñó el valor del perdón, gracias por apoyarme y estar a mi lado en los momentos más difíciles de mi vida y no dejarme derrotar. Mil gracias a mis hermanas Delia y Natty que guiaron mis estudios desde que era un niño y sus consejos me dieron la vida que tengo ahora, a mi hermano Rene Isaac Quisbert A. que, aunque no lo somos de sangre lo somos por que crecimos juntos desde niños y nunca nos separamos. A mi princesa el tesoro que me enseñó que mi vida ya no es mía sino de ella.Emily de los Ángeles Ramos Guerreros.

A la empresa EMAVEERDE (Empresa Municipal De Áreas Verdes Parques y Forestación) en la cual amplíe mis conocimientos y me dio la posibilidad de conocer amigos (obreros y técnicos) que si no los nombro es porque son tantos que no me alcanzarían las hojas, al Gerente General Lic. Carlos Andía A., al Ing. Sergio Zambrana Guzmán responsables del vivero Aranjuez, a mi grupo: Abraham, Adrián, Marcela, Norma, Jovita y Juli que me apoyaron en el trabajo y me animaron a seguir adelante.

A mi asesor de tesis Ing. Hugo Bosque Sánchez por su enseñanza, guía y correcciones que me dio para la elaboración y conclusión de la tesis. Al Ing. Carlos Tapia Cambero Gerente de Operaciones de EMAVEERDE por su apoyo, comprensión en toda la etapa de elaboración y conclusión de la tesis.

A mis compañeros de la universidad Roy, Edwin, Cliver; Marcelo, Fernando y todos los del Real G.

Agradecer también a la Facultad de Agronomía, Carrera Ingeniería Agronómica por haberme acogido en sus aulas, por todos los conocimientos impartidos durante todo el trayecto de estudio, a los docentes por compartir sus experiencias y las enseñanzas que nos dieron en cada peldaño que se tuvo que escalar para llegar a esta etapa.

A mi tribunal revisor: Ing. M. Sc Estanislao Poma Loza e Ing. M. Sc Lucio Rene Tito Villca, gracias por la revisión, corrección y sugerencia que contribuyeron a mejorar el presente trabajo de investigación

A todos mil GRACIAS!

CONTENIDO

ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
ÍNDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN.....	vi
SUMMARY	vii

INDICE GENERAL

CONTENIDO	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Justificación	2
1.2 Objetivo.....	3
1.2.1 Objetivo general	3
1.2.2 Objetivos específicos.....	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Características generales de la planta.....	3
2.1.1 Origen y distribución geográfica	4
2.1.2 Uso de la planta	4
2.2 Características botánicas de la planta.....	5
2.2.1 Clasificación sistemática	5
2.2.2 Descripción botánica	5
2.2.2.1 Sistema radicular.....	5
2.2.2.2 El tallo y ramificaciones	5
2.2.2.3 Hoja.....	6
2.2.2.4 Flores e inflorescencia.....	7
2.2.3 Exigencias agroecológicas	8
2.3 Formas de reproducción Vegetativa	9
2.3.1 Propagación Sexual	9

2.3.2 Propagacion Asexual Vegetativa	9
2.3.2.1 Importancia de la Reproduccion Vegetativa.....	11
2.3.2.2 Metodos de la Reproduccion Vegetativa	13
2.4. Reproduccion del Ligustro	15
2.4.1 Propagacion vegetativa por esquejes	15
2.4.2 Ventajas de la propagacion por esquejes	16
2.4.3 Condiciones Ambientales Durante el Enraizamiento	16
2.4.3.1 Suelo y pH.....	16
2.4.4 Clima	17
2.4.4.1 Temperatura.....	17
2.4.4.2 Luz	18
2.4.4.3 Humedad.....	18
2.4.4.4 Salinidad.....	19
2.4.4.5 Sustrato	20
3. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1 Localización	21
3.2 Características agroecológicas de la zona	22
3.3. Materiales	23
3.3.1 Material genético	23
3.3.2 Materiales y equipos de campo	23
3.3.3 Sustratos	23
3.3.4 Sustancias enraizadoras	24
3.4 Metodología	24
3.4.1 Identificacion del area.....	24
3.4.2 Armado de la cama de enraizamiento	24
3.4.3 Preparacion y desinfeccion del sustrato	24
3.4.4 Recoleccion y selección de esquejes	25
3.4.5 Preparacion de los Enraizadores Naturales	26
3.4.6 Plantacion de Esquejes	27
3.4.7 Labores culturales dentro de la cama de enraizamiento.....	27
3.4.8 Transplante de Plantines	27
3.5 Diseño experimental.....	28
3.5.1 Factor de estudio.....	28

3.5.2 Combinacion factorial	29
3.5.3 Croquis experimental.....	30
3.6 Variables de respuesta.....	30
3.6.1 Porcentaje de prendimiento.....	30
3.6.2 Altura de esquejes	31
3.6.4 Longitud de raiz.....	31
3.6.5 Determinacion de los costos parciales.....	31
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
4.1 Analisis de los sustratos utilizados en la investigacion	32
4.2 Porcentaje de prendimiento	34
4.3 Altura de planta.....	39
4.4 Numero de hojas	42
4.5 Longitud de Raiz.....	45
4.6 Costos de produccion.....	49
5. CONCLUSIONES	50
6. RECOMENDACIONES	52
7. BIBLIOGRAFÍA	53

ÍNDICE DE CUADROS

CONTENIDO	Pág.
Cuadro 1.	28
Cuadro 2.	29
Cuadro 3.	29
Cuadro 4.	32
Cuadro 5.	34
Cuadro 6.	39
Cuadro 7.	42
Cuadro 8.	46
Cuadro 9.	50

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	Pág.
Figura 1.	22
Figura 2.	30
Figura 3.	35
Figura 4.	37
Figura 5.	40
Figura 6.	41
Figura 7.	43
Figura 8.	44
Figura 9.	47
Figura 10.	48

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Registro de datos climáticos

Anexo 2. Análisis físico - químico de suelos

PARAMETROS DE INTERPRETACIÓN

Anexo 3. Análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento

Anexo 4 Análisis de varianza para la variable de altura

Anexo 5. Análisis de varianza para variable número de hojas

Anexo 6. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz

Anexo 7. Análisis de costo de producción

Anexo 8. FOTOGRAFIAS DE CAMPO

Foto 1. Preparación de camas de enraizamiento

Foto 2. Recolección de material

Foto 3. Preparado de Sustratos

Foto 4. Colocado de sustrato en las enraizadoras

Foto 5. Formación radicular

Foto 6. Formación Foliar

RESUMEN

Los objetivos de la presente investigación eran evaluar la aptitud de enraizamiento de dos enraizadores naturales: infusión de sauce y álamo y tres tipos de sustratos que se usan en el vivero municipal de Aranjuez administrado por la empresa EMAVERDE en la reproducción asexual de *Ligustrum ovalifolium aureum*

Las evaluaciones se realizaron a principios del mes de marzo iniciando con la construcción de las cámaras de enraizamiento y finalizaron en el mes de Junio, cuando ya se encontraban trasplantados en la bolsas, el diseño experimental utilizado fue el diseño completamente al azar con arreglo factorial de dos factores con tres repeticiones (2x3), y una prueba de medias de Duncan a un nivel de significancia del 5%

Los resultados indican que las variables en cuanto al porcentaje de prendimiento tienen como promedio 88% en esquejes con la infusión de sauce y 70% con infusión de álamo, en relación a los tipos de sustratos la preparación S1 fue de 80%, S3 con un 65% y S2 con 50%, para la altura de planta el extracto de sauce obtuvo mayor crecimiento en casi 3,97cm, 4 a 5 hojas de diferencia lo cual mejora la capacidad de realizar la fotosíntesis y un crecimiento radicular de 2 cm mayor al extracto de álamo lo que nos indica que los enraizadores naturales y el sustrato adecuado ayudan en la totipotencia de la especie en prueba.

Respecto los sustratos que tienen mayor prendimiento S1 y S3 no se presentaron diferencias significativas entre sí, obteniéndose 18 y 15 hojas respectivamente, pero con relación al sustrato S2 si hubo diferencias ya que solo se obtuvo 13 hojas.

De acuerdo a lo experimentado en este trabajo se puede indicar que un sustrato con buen drenaje y absorción utilizando el extracto de sauce mejora la producción del ligustro áureo, obteniendo mayor beneficio al productor de esta cotizada especie ornamental.

SUMMARY

The objectives of the present investigation were to evaluate the rooting ability of two natural rooting plants: willow and poplar infusion and three types of substrates that are used in the municipal nursery of Aranjuez administered by the EMAVERDE company in the asexual reproduction of *Ligustrum ovalifolium aureum*

The evaluations were carried out at the beginning of March beginning with the construction of the rooting chambers and finished in the month of June, when they were already transplanted in the bags, the experimental design used was the completely random design with factorial arrangement of two factors with three repetitions (2x3), and a Duncan means test at a significance level of 5%

The results indicate that the variables regarding the percentage of yield have an average of 88% in cuttings with the infusion of willow and 70% with infusion of poplar, in relation to the types of substrates the preparation S1 was 80%, S3 with a 65% and S2 with 50%, for the plant height the willow extract obtained greater growth by almost 3.97cm, 4 to 5 leaves of difference which improves the ability to perform photosynthesis and a root growth of 2 cm greater than poplar extract which indicates that natural rooting and the appropriate substrate help in the totipotence of the species under test.

Regarding the substrates that have a higher yield S1 and S3 there were no significant differences between them, obtaining 18 and 15 sheets respectively, but in relation to the S2 substrate there were differences since only 13 sheets were obtained.

According to what has been experienced in this work, it can be indicated that a substrate with good drainage and absorption using the willow extract improves the production of the golden ligustro, obtaining greater benefit to the producer of this quoted ornamental species.

1. INTRODUCCIÓN

La ciudad de La Paz; una urbe en constante crecimiento; hoy en día considerada una de las siete maravillas del mundo por los paisajes y colorido que se le ha dado a las diferentes plazas de la ciudad, tienen un mantenimiento de por lo menos 2 veces al año, por lo cual la demanda de plantines para dichos cambios es constante y problemático más aún cuando el único vivero que lo abastece para dichos cambios es el vivero municipal de Aranjuez. En dichos cambios el *Ligustrum aureum* se usa en gran cantidad en borduras y detalles por su atractivo colorido, rusticidad, aclimatación y regeneración rápida a las podas consecutivas.

De todos los métodos de reproducción vegetativa, la multiplicación por esquejes ha resultado en todos los casos más barata y menos laboriosa, por esta razón se le ha dado importancia para su producción, aunque todavía no ha recibido la atención necesaria. Con el fin de aumentar la producción orgánica y disminuir la contaminación se ha venido desarrollando nueva investigación para la aplicación de productos orgánicos (bio fertilizantes, insecticidas orgánicos, etc.), para lo cual el presente trabajo de investigación muestra la importancia de enraizadores naturales para la producción de plantas ornamentales.

En consecuencia, por la constante búsqueda de optimizar los recursos (humanos técnicos y económicos) en jardinería en general, se sugiere la propagación vegetativa que se utiliza con miras de conservar y multiplicar las variedades, así como para no perder los caracteres genéticos de las plantas valiosas en menos tiempo y mayor cantidad de individuos.

En Bolivia se han venido realizado varios trabajos acerca de la reproducción asexual de plantas forestales, ornamentales, etc. En consecuencia, hubo un proceso de invención y desarrollo de técnicas adecuadas de propagación de plantas para incrementar el número de especies disponibles. Sin embargo, se puede afirmar que dentro de estas investigaciones se destaca donde utiliza la propagación asexual de arce negundo (*Acer negundo*) utilizando enraizadores naturales para dicha investigación utiliza: extracto de álamo, sauce, agua de coco y miel de abejas, con el objetivo de minimizar el tiempo de enraizamiento.

(Condori, 2006), El cual recomienda que se realicen trabajos usando enraizadores naturales en diferentes especies.

Por todo lo descrito anteriormente, se ha considerado realizar esta investigación que permitirá responder con alternativas de propagación y multiplicación vegetativa para tratar de encontrar el método más apropiado para obtener plantas de calidad en el menor tiempo posible, utilizando enraizadores naturales que coadyuvaran en el desarrollo radicular tomando en cuenta enraizadores (hormonas producidas de forma natural) que ayuden a la proliferación y formación de un buen sistema radicular de una nueva planta, ya que la formación de raíces es vital para absorber, conducir agua, minerales disueltos, acumular nutrientes y sujetar la planta al suelo. Asimismo, proporcionándoles sustratos que puedan responder de manera satisfactoria a la propagación.

1.1 Justificación

Por todo lo descrito anteriormente, se ha considerado realizar esta investigación que permitirá responder con alternativas de propagación y multiplicación vegetativa para tratar de encontrar el método más apropiado para obtener plantas de calidad en el menor tiempo posible, utilizando enraizadores naturales que coadyuvaran en el desarrollo radicular tomando en cuenta enraizadores (hormonas producidas de forma natural) que ayuden a la proliferación y formación de un buen sistema radicular de una nueva planta, ya que la formación de raíces es vital para absorber, conducir agua, minerales disueltos, acumular nutrientes y sujetar la planta al suelo. Asimismo, proporcionándoles sustratos que puedan responder de manera satisfactoria a la propagación.

Cabe recordar también que los viveros podrían ser sitios de capacitación donde se surgieran métodos y técnicas para la reproducción y promover ganancias a los diferentes productores ornamentales que incursionen en la producción de esta especie.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

- Evaluar la propagación vegetativa en esquejes de Ligustro amarillo (*Ligustrum sp.*) con la aplicación de dos enraizadores en tres tipos de sustrato en el vivero municipal de Aranjuez de la ciudad de la paz.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto de los enraizadores en el prendimiento y desarrollo de los esquejes de ligustro.
- Determinar el sustrato adecuado y en el prendimiento y desarrollo de los esquejes de ligustro.
- Calcular los costos parciales de la producción de plantines

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Características generales de la planta

Arbusto de hasta 5 metros de altura con la copa redondeada, frondosa. Tronco de corteza más o menos lisa, grisácea, con lenticelas marcadas. Hojas ovadas a oval-lanceoladas, coriáceas, de 6-12 cm de longitud, acuminadas, de base cuneada, de color verde lustroso en el haz y más pálidas en el envés. Pecíolo marrón-rojizo de 1-2 cm de longitud. Limbo con 6-8 pares de venas. Flores en panículas de 12-20 cm de longitud, piramidales. Flores sub sésiles, con el tubo de la corola casi tan largo como el cáliz. Los dos estambres de igual longitud que los lóbulos de la corola. Florece en Junio - Julio. Fruto elipsoide - globoso, de color negro - azulado, de 8 - 10 mm de diámetro. (Silla, 2003) citado por (Gutierrez 2013).

2.1.1 Origen y distribución geográfica

Según Lunardi (1988), indica que el ligustro tiene como lugar de origen el Japón. Sin embargo, el ligustro (*Ligustrum vulgare* L.) para Dimitri y Oliveri, (1980), es la variedad que se encuentra en la mayoría de las áreas verdes municipales, utilizado como cerco vivo principalmente, tiene como lugar de origen la Cuenca de Mediterráneo. También citan diferentes variedades de ligustro, señalando a su vez sus orígenes indicando las siguientes: *L. ovalifolium Hassakarl* (Japón); *L. massalongianum Visiani* (Himalaya); *L. sinence* (China); *L. quihou Carriere* (China); *L. japonicum Thunb* (Japón); *L. coriaceum Carr* (Japón).

En base a todo lo citado anteriormente se puede decir que el ligustro principalmente tiene su centro de origen en los países de Asia tales como China y Japón y es una especie que puede adaptarse fácilmente en diferentes climas y suelos vale decir que es una especie sumamente dócil y con gran capacidad de adaptación.

2.1.2 Uso de la planta

El *ligustrum* es una especie muy utilizada en jardinería, sobre todo en jardinería urbana: calles, avenidas, plazas...de la familia oleáceas, este arbusto perennifolio alcanza hasta 5 m de altura, de copa semicircular o alargada bastante compacta. Su extensa utilización se debe a su facilidad de manejo, siendo su necesidad de agua de media a baja según alcanza su desarrollo adulto. Se adapta fácilmente a la mayoría de los suelos, sobre todo a la generalizada caliza presente en la mayoría de suelos y aguas. No tiene plagas ni enfermedades de importancia y soporta muy bien la contaminación ambiental de la ciudad.

Las podas que necesita simplemente se limitan a eliminar algunos chupones que salen en la parte central y eliminar ramas secas cuando estas aparezcan tolera bien las podas drásticas y de recorte (Silla, 2003) citado por (Choque 2006).

2.2 Características botánicas de la planta

2.2.1 Clasificación sistemática

Según: https://en.wikipedia.org/wiki/Ligustrum_ovalifolium

Clado: Angiospermas

Clado: Eudicotidae

Clado: Asteridos

Orden: Lamiales

Familia: Oleaceae

Género: Ligustrum

Especies: L. ovalifolium

Nombre binomial: Ligustrum ovalifolium Hassk

2.2.2 Descripción botánica

2.2.2.1 Sistema radicular

El sistema radicular consiste en una raíz principal y gran cantidad de ramificaciones laterales, que penetran la tierra en todas direcciones en busca de agua y ancla el árbol firmemente al suelo. (Raña, E. 1994)

Según: (Gutiérrez, 2006) Presenta un sistema radicular oblicuo amplio y vigoroso, con numerosas yemas adventicias.

2.2.2.2 El tallo y ramificaciones

Según: (Arboles urbanos de Chile; Published on Apr 8, 2013), el fuste es recto, cilíndrico de color gris verdoso, que se fisura longitudinalmente con la edad. Puede tener un solo eje fustal o múltiples ejes dependiendo del manejo que se le aplique. Disponible en:

http://www.conaf.cl/cms/editorweb/institucional/Arboles_urbanos_de_Chile-2da_edicion.pdf

2.2.2.3 Hoja.

Hojas simples, opuestas, coriáceas, de pecíolo corto, ovaladas a oblongas, con borde entero, de 4 a 10 cm de largo por 2 a 5 cm de ancho, de ápice acuminado y redondeado en la base, de color verde oscuro brillante en el haz y verde pálido en el envés. Los bordes de las hojas y la nervadura mediana son de tonos rojizos (Gutiérrez, 2006).

Según: <http://www.gardenmania.com/seto-pantalla-/34194-ligustrum-ovalifolium-aurea-seto-pantalla.html>

Ligustrum ovalifolium Aurea es un arbusto de hoja perene muy rustico. Hojas ovales, lisas, de color verde franco, con amplios bordes de color amarillo brillante.

De acuerdo con los señalamientos de Ramia (1981), En la foliación, las fases fenológicas a observar son:

- 1) Brotación (Br), que se define como el principio de desarrollo de nuevas hojas.
- 2) Pleno desarrollo (PD), que es el momento en que este órgano alcanza su estado adulto.
- 3) Cambio de color (CC), cuando el color verde es sustituido por otro, generalmente amarillo o marrón (esta fase fenológica ocurre casi siempre en el periodo seco).
- 4) Caída del follaje (Cf), proceso por el cual el árbol pierde sus hojas. De acuerdo con el comportamiento de las fases fenológicas relacionadas con este órgano, los arbustos pueden ser:

a) Caducifolios. Son los que pierden todos los años la totalidad del follaje, permaneciendo desnudos por cierto tiempo; pueden conservar algunas hojas, pero en una cantidad menor al 20 % del total.

Como caso especial, dentro de este tipo, señalemos los marcescentes, aquéllos en los cuales la brotación y la caída de las hojas se solapan, coexistiendo las hojas amarillas que no se han desprendido con las nuevas que se desarrollan.

b) Semicaducifolios. Los semicaducifolios conservan del 20 - 80% de su follaje durante la temporada adversa, aunque el porcentaje promedio es del 50 %.

c) Perennifolios. Los perennifolios siempre se conservan frondosos ya que las pérdidas y el desarrollo de las hojas son paulatinos a través del tiempo. Puede faltarle en una determinada temporada algo de su follaje, pero éste no será más del 20 % de la totalidad. Algunas plantas perennifolias cambian gradualmente todas las hojas durante el año, pero otras reemplazan anualmente tan sólo la mitad o la tercera parte del follaje.

(Dimitri, J. y Oliveri, CAC de. 1980), mencionan que, son arbustos globosos de hojas caedizas o semipersistentes, oblongo elípticas, obtusas, de 2 a 7 centímetros de largo opuestas, sésiles o pecioladas, enteras o muy raramente lobuladas y flores blancas, dispuestas en panojas terminales espiciformes y frutos negros, oblongos, más o menos de 1 cm. de largo, florece en primavera y principios de verano.

2.2.2.4 Flores e inflorescencia.

Las flores agrupadas en panículas sueltas terminales, de 10 a 20 cm de longitud, de pequeño tamaño y blanquecinas, cortamente pediceladas, hermafroditas, cáliz de 4 lóbulos, corola tubular de 4 pétalos, 2 estambres adheridos al tubo de la corola, de filamentos cortos, y ovario súpero de estilo corto. La floración ocurre de febrero a marzo (Hoffmann, 1998a).

Según: [https://www.rhs.org.uk/Plants/78015/Ligustrum-ovalifolium-Aureum-\(v\)/Details](https://www.rhs.org.uk/Plants/78015/Ligustrum-ovalifolium-Aureum-(v)/Details) Menciona que: Las flores del ligustro áureo son pequeñas, de color blanco opaco, formando pequeñas panículas.

(Dimitri, J. y Oliveri, CAC de. 1980), mencionan que, el Ligustrum posee flores hermafroditas actinomorfas, Cáliz persistente 4-5 dentado. Corola con el tubo cilíndrico, más largo, igual o más corto que los cuatro lóbulos. Estambres 2, insertos sobre el tubo corolino, exertos o incluidos. Ovario bilocular, con los lóbulos biovulados. Estilo cilíndrico; estigma capitado o bilobulado. Fruto bayo. Árboles o arbustos de hojas caedizas o persistentes, opuestas, sésiles o pecioladas, enteras o muy raramente lobuladas y flores blancas, dispuestas en panojas terminales. Unas 35 especies, originarias de la cuenca del Mediterráneo, Asia, Australia, Archipiélago Indico e Indias Orientales. (Antiguo nombre latino)

Ciclo vegetativo.

(Sistema Nacional de Información Sobre Especies Exóticas Invasoras), indica que Se multiplica por semillas y las variedades por injertos. Se adapta a gran variedad de suelos. Crece a pleno sol o a la sombra. Admite muy bien las podas y recortes. Soporta muy bien la polución en las ciudades, por lo que es usado en el área urbana.

2.2.3 Exigencias agroecológicas

El hábitat natural pertenece a la zona bioclimática de los bosques húmedos temperados, crece en cualquier tipo de suelo, siempre que no sea demasiado pobre y que posea humedad. Se desarrolla a pleno sol como en la sombra (semi tolerante). Resiste bien las heladas y a las fuertes sequías, aunque lo perjudican un poco (Chanes, 2006). También tolera los vientos fuertes y la cercanía del mar (Gutiérrez, 2006).

Hoffmann (1998 a) señala que es muy resistente a todo tipo de clima y suelo. Se adapta de buena manera al clima mediterráneo. Posee algún grado de requerimientos hídricos para su buen desarrollo.

2.3 Formas de reproducción Vegetativa

2.3.1 Propagación Sexual

Gundry y Wickham (1997), indica que la propagación generativa es el método de reproducción más extendido entre las vivaces. Pueden encontrarse especímenes totalmente idénticos al origen, por este medio. Para llevar a término una propagación generativa, se debe seleccionar semillas de buena calidad, conocer a fondo este método, así como los periodos propicios a la siembra.

Para propagar por semilla, está debe proceder de las mejores flores de las plantas cuyos frutos sean de la mejor calidad. Aunque actualmente para mayor seguridad sanitaria es mejor obtener semilla certificada (Bohm, 1989), mencionado por (Gutierrez, 2013).

2.3.2 Propagación Asexual Vegetativa

Torrez, et al. (1992) citado en (Gutierrez, 2013), Mencionan que en aquellas especies valiosas que tienen problemas en la propagación por semillas, la propagación por vía vegetativa es la más recomendable, puesto que es la mejor vía de obtención de plantas en grandes cantidades, en menor espacio y tiempo reducido.

(Hartmann, H. y Kester, D. 1992), Indican que, la propagación de plantas implica el control de dos tipos de desarrollo biológico básicamente diferentes que son sexual y asexual, la conservación de las características presentes en una planta depende básicamente de la transmisión de una generación a la siguiente de la combinación específica de genes presentes en los cromosomas de las células, el conjunto de esas células constituye el genotipo que en combinación con el medio produce una planta de apariencia externa determinada.

(Trujillo, L. 1989), indica que, hay tres definiciones que son indispensables tomar en cuenta, para adelantar trabajos con propagación vegetativa.

- ORLET. La planta original, de la cual se extrae las partes para ser propagadas vegetativamente, se denomina orlet.

- RAMETS. Las nuevas plantas propagadas vegetativamente a partir de un orlet, se denominan ramets.

- CLON. La planta original, orlet y las plantas propagadas a partir de ella, los ramets, un conjunto denominado clon.

El mismo autor señala que, para la propagación de una especie en vivero se hace generalmente uso de la facilidad y capacidad general del rebrote de una especie y se ganan artificialmente partes de ramas del tronco, éstas llevan luego el nombre de estacas.

(Mesen, F. 1998), indica que, la propagación vegetativa es un tipo de propagación mediante la cual se obtiene nuevos organismos a través de una célula del organismo original sin la mediación de procesos sexuales, este tipo de propagación involucra únicamente divisiones mitóticas de las células, por lo tanto, los organismos mediante la propagación vegetativa reproducen toda la información genética del organismo original.

(Logman, K. 1993), la propagación vegetativa es la obtención de nuevas plantas, a partir de órganos vegetativos de plantas ya existentes y no a partir de semillas.

(Padilla, S. 1986), menciona que, la propagación vegetativa se basa en la utilización de las plantas que están provistas de yemas y que son capaces de enraizar para dar origen a nuevos individuos.

(Escobar, GR. 2002) en (Choque, 2006), Menciona que, al contrario de los cultivos agrícolas, los árboles han sido difíciles de mejorar genéticamente debido a sus largos ciclos de vida, la prevalecía y la alogamia, aunque se han obtenido algunas

ganancias a través de la hibridación. Los forestales han mejorado tradicionalmente la productividad mediante la evaluación y selección de procedencias, descendencias y establecimiento de áreas productoras de semillas, como por ejemplo en confieras.

(Chavarry, L. 1989), indica que, la multiplicación asexual de las plantas consiste en la propagación de individuos a partir de órganos vegetativos, ya que ciertos tejidos tienen capacidad de regenerarse bajo condiciones favorables, es decir de formar nuevos órganos que aseguren la obtención de nuevas plantas.

2.3.2.1 Importancia de la Reproducción Vegetativa

Para Weaver, (1996); en la propagación asexual las características heredadas del progenitor pueden ser conservadas. En realidad, la nueva planta es la continuación del crecimiento y desarrollo del progenitor. Esta forma de reproducción tiene la ventaja de reproducir exactamente el árbol del que tomamos el vástago, además se obtienen árboles del mismo sexo que tiene la planta madre.

(Quispe, 2013); señala: Con la reproducción asexual es posible evitar los periodos juveniles largos o prolongados, ya que las plantas que se cultivan a partir de semilla pasan por un periodo de desarrollo juvenil prolongado en el cual no ocurre floración, en cambio mediante la propagación vegetativa se retiene la capacidad de floración evitando con ello la fase juvenil. También se evita en gran medida las características morfológicas inconvenientes (defectuosas) que posiblemente se tendrían al propagar por semilla.

(Rodríguez, P. 1996), indica que, a través de la selección se pueden obtener individuos sobresalientes con características deseadas; desde el punto de vista teórico, es posible obtener mayores ganancias genéticas propagando vegetativamente individuos seleccionados, estos genotipos únicos se pierden en la reproducción sexual y puede ser difícil volver a obtenerlo.

(FAO, (Food Agriculture Organization), 1996), afirman que, la propagación está basada en la totipotencia de la célula vegetal expresada a través del cultivo de células y/o tejidos, además indican que, la mayoría de las células vegetales posee esta característica.

(Lunardi, C. 1988), indica que, la multiplicación por semilla es lenta, por lo tanto, es preferible hacerlo por acodo, por división de los brotes radicales o por estacas en otoño.

(Suárez, J. 1996), al respecto indica que, la producción asexual tiene varios usos:

- El uso de clones asegura la duplicación exacta de un individuo a partir de otro, es decir capta las características genéticas de la planta madre.
- Hace posible la producción masiva de individuos únicos genéticamente conocidos.
- La clonación permite iniciar programas de multiplicación masiva a partir de pocos individuos producidos por semillas.
- Posibilita la utilización de clones bien adaptados a sitios particulares, a diferencia de la producción con semilla, donde existe una variabilidad de respuestas dentro del mismo sitio de plantación.
- Reduce el periodo juvenil para llegar a la madurez reproductiva, aspecto muy importante para la instalación de huertos semilleros, en programas de mejoramiento genético.

(Zalles, T. 1988), menciona que, la reproducción por vía vegetativa, es de gran valor para la supervivencia de las plantas pues muchas de las especies vegetales que no llegan a producir semillas, se caracteriza por la capacidad de propagarse por vía asexual (por ramillas, estacas y acodos) permitiendo realizar trabajos de investigación en la reproducción vegetativa.

2.3.2.2 Métodos de la Reproducción Vegetativa

a. Acodo: Según Yuste (1997), la técnica del acodado consiste en producir una planta nueva haciendo arraigar una rama que continúa unida a la planta madre, de la que se separa cuando el número de raíces es suficiente para tener una vida independiente. Para que arraigue la rama, esta se pone en contacto con un sustrato ligero y húmedo (*Ibídem*).

Según Torrez, (1992) mencionado por (Quispe 2013), el acodado es un proceso en el cual las ramas, que aun forman parte de la cepa, son motivadas a enraizar enterrándolas en el suelo una vez enraizadas son separadas de la cepa y hechos plantones

La propagación por acodos, principalmente aérea es rápida y eficiente utilizando tierra y estiércol o aserrín como sustrato. También se puede emplear acodos basales tipo aporque. Sin embargo, la propagación por acodo es limitada y solo debe usarse en pequeña escala (Pretell et.al, 1985) citado por Hoyos 2004.

b. Esqueje: se define esqueje como tallo. Tallo o cogollo que se introduce en tierra para multiplicar la planta (Diccionario Enciclopédico Universal, 1997; citado por Porco y Terrazas, 2009).

c. Estaquillado: el estaquillado, propiamente dicho, consiste en separar un fragmento vegetal, mantenerlo vivo y conseguir que se regenere; es decir, que vuelva a formar los órganos que le faltan para constituir una planta completa (Heede, 1981).

Se define "como una porción de rama que, separada de la planta madre y plantada en condiciones adecuadas, emite raíces y brotes, dando lugar a una planta igual a aquella de la que proviene". (Rodríguez, 2000) La estaca es un fragmento de rama que, sacado en el periodo invernal y enterrado parcialmente es capaz de producir una planta perfectamente igual a aquella de la cual procede. (Hoyos, 2004)

Ipizia (2011) indica que, en la propagación por estacas se corta de la planta madre una porción de tallo o raíz, después de lo cual esa porción se coloca en ciertas condiciones ambientales favorables, induciendo a que se formen raíces y tallos, obteniéndose con ello una planta nueva.

d. Injerto: la enjertación consiste en obtener la unión entre dos fragmentos de tejido vegetal, que al unirse forman una nueva planta funcional, es un método de propagación muy antiguo, en donde el injerto o planta receptora (patrón) se selecciona de plantas ya establecidas que son resistentes a condiciones desfavorables y/o enfermedades, a la cual se le une un segmento o injerto proveniente de plantas con cualidades como frutos de mejor calidad y mejor producción (Rojas, García y Alarcón *et al.*, s.a.).

e. Brinzales.

(Aguirre, A. 1988), indica que, los brinzales son plántulas que se desarrollan alrededor de la planta madre, al propagarse por semillas en aquellos lugares donde la regeneración natural es buena, alrededor del árbol madre en un porcentaje mínimo.

(Borel, R. 1990), menciona que, las plántulas pueden alcanzar en el vivero una altura de 25 cm. a los once meses de su repicado, lo que representa un crecimiento bastante lento respecto a las plántulas obtenidas por propagación vegetativa.

f. Micropropagación, o propagación vegetativa “in vitro” es un sistema que se basa en la propagación del material vegetal a partir de un pequeño grupo de células apicales indiferenciadas, que recogidas asépticamente del extremo del brote son colocadas en un tubo de ensayo que contiene un medio especial nutritivo. La técnica del cultivo de meristemas busca principalmente la obtención de plantas libres de virus. (Vozmediano, 1982).

2.4 Reproducción del ligustro

Wright (1979), indica que el ligustro se reproduce por esquejes al aire libre en otoño o invierno teniendo en cuenta que el medio de enraizamiento debe presentar una temperatura menor a la temperatura del ambiente pues de esta forma se facilita el tiempo de enraizamiento, las estacas requieren unos cuantos días se sombra y retiro paulatino para que no mueran por inanición, el suelo debe tener un buen nivel de humedad, correcta aireación.

Esqueje o estaca se define, “como una porción de rama que, separada de la planta madre y plantada en condiciones adecuadas, emite raíces y brotes, dando a una planta igual a aquellas de las que provienen” (Gutierrez, 2013).

Según Calderón (1987), los esquejes se denominan así a un segmento de cualquier parte del vegetal que es separada de la planta madre y enterrado total o parcialmente bajo ciertas condiciones de humedad, es posible la formación de una planta con características similares de la cual procede.

Por su parte (Gutierrez, 2013), explica que es la parte de la planta media que separada de esta y enterrada convenientemente, dan origen a un nuevo vegetal y por eso el esqueje se utiliza para multiplicar plantas.

Según Hartman y Kester (1992), en la propagación por esquejes o estacas solo es necesario que se formen un nuevo sistema de raíces adventicias, ya que existe un sistema caulinar en potencia, lo que le da la capacidad para regenerar la estructura interna de la planta, una propiedad que posee esencialmente todos los seres vegetales vivientes.

2.4.1 Propagación vegetativa por esquejes

Torrez, (1992) citado por Hoyos (2004); afirma que, bajo adecuadas condiciones medio ambientales, un fragmento de un órgano vegetativo de la planta desarrollara nuevas raíces y brotes llegando a constituirse en una nueva planta; estos se denominan esquejes y es la forma más simple de reproducción.

Ipizia (2011) indica que en nuestro medio son conocidas como ramillas terminales o esquejes. Son obtenidas de especies leñosas siempre verdes. Las cuales deben ser tomadas en periodo de inicio de lluvias. Sus dimensiones varían entre 7 y 15 cm. de largo, reteniendo las hojas de la parte superior. Si éstas fueran muy grandes deben reducirse para evitar la pérdida de agua y permitir un menor espaciamiento en la cama de cultivo. Con frecuencia se usan las puntas de las ramas, pero las partes basales del tallo también enraízan. El corte basal se hace justamente debajo de un nudo. Es recomendable obtener el material en las primeras horas de la mañana, cuando los tallos están turgentes y mantenerlos envueltos en una tela húmeda. Se deben proteger del sol todo el tiempo.

2.4.2 Ventajas de la propagación por esquejes

Robinson, (2001) citado por Hoyos (2004) coinciden en manifestar que esta forma de propagación es la más adecuada para el género por las siguientes razones:

- Se obtiene porcentajes altos de prendimiento, cuando la técnica se aplica correctamente.
- La extracción del material vegetal (esquejes) no afecta a los plantines "semilleros" en su normal desarrollo. Asimismo, existe un menor riesgo de entrada de patógenos por heridas de menor tamaño, que cuando se propaga por estacas.
- La recolección y traslado del material vegetal (esquejes) al vivero no implica grandes costos.

2.4.3 Condiciones ambientales Durante el Enraizamiento

2.4.3.1 Suelo y pH

Según Hartmann y Kester (1997), el medio de enraizamiento tiene tres funciones, además el medio de enraizamiento puede afectar al tipo de sistema radical que se origina en los esquejes:

- Mantener los esquejes en su lugar durante el periodo de enraizamiento.

- Proporcionar humedad a los esquejes.
- Permitir la penetración de agua a la base de los esquejes.

Los mismos autores indican que, hay pruebas que el pH del medio de enraizamiento puede influir en el tipo de esquejes y callos, lo cual a su vez afecta la emergencia y las raíces adventicia de una nueva formación, el H⁺ del medio puede ser importante en la producción de raíces que se desarrollan en pH de 6 a 9.

2.4.4 Clima

2.4.4.1 Temperatura

Según Hartmann y Kester (1997), los parámetros de temperatura deben ser de 19 °C mínimo y como máximo 24 °C para finalizar la dormancia, las temperaturas del aire en excesivo elevadas, tienden a estimular el desarrollo de las yemas con anticipación al desarrollo de las raíces y a aumentar la pérdida de agua por las hojas. Es importante que las raíces se desarrollen antes que el tallo. En las camas de estacas, algún tipo de calentamiento controlado termostáticamente aplicando debajo de las estacas es benéfico para mantener la temperatura en la base de las mismas más altas que en las yemas, lo cual en muchos casos estimula el enraizamiento.

A su vez Rodriguez (2000), indican para que el enraizamiento como el prendimiento se realice en forma normal y el tiempo conveniente, la temperatura debe ser superior a la exigencia de la misma especie para desarrollar normalmente, una vez enraizado a temperatura de 20 °C y si no se considera esto debe recurrir a los enraizadores o al uso de coberturas calientes.

2.4.4.2 Luz

Según Hartmann y Kester (1997), en todos los tipos de crecimiento y desarrollo de las plantas, la luz es de importancia primordial como fuente de energía para la fotosíntesis.

En el enraizamiento de esquejes, los productos de la fotosíntesis son importantes para la iniciación y crecimiento de las raíces. Los efectos de la luz en él pueden deberse a la intensidad (radiancia), al fotoperiodo (longitud del día) y a la calidad de la luz.

Esos efectos pueden ser ejercicios ya sea en las plantas madres de las que se toma el material o en la estas misma durante el proceso de enraizamiento.

Rodríguez y Ruista (1981), afirman que es importante que los nuevos brotes reciban luz a fin de que sus hojas puedan absorber el anhídrido carbónico, el aire y elaborar los elementos nutritivos que sirvan para la formación y crecimiento de las raíces.

Hartmann y Kester (1997), sugieren que la luz favorece la permeabilidad protoplasmática y la apertura de los estomas con lo cual se aumenta la transpiración y la posibilidad de enraizamiento de los esquejes, razón por lo cual es aconsejable proteger los esquejes o estacas de una luz solar directa, mediante una sombra.

2.4.4.3 Humedad

Según Rodríguez (1996), el agua viene a ser el factor principal en el enraizamiento de los esquejes o estacas, su principal misión es movilizar los elementos nutritivos y evitar el desecamiento del material vegetal utilizado. La humedad en el suelo debe ser proporcional a la humedad necesaria para la movilización de nutrientes y la humedad relativa debe ser elevada a fin de reducir la transpiración. Estos son los motivos por los cuales los esquejes o estacas

deben regarse continuamente porque algunas especies requieren instalaciones para el riego que aseguran una humedad relativa superior al 80%.

Aunque la presencia de hojas en los esquejes constituye un fuerte estímulo para la iniciación de raíces, la pérdida de agua por las hojas puede reducir el contenido de agua de las estacadas a un nivel tal que, ocasione su muerte antes de que pueda efectuarse la formación de raíces.

Rodríguez (1996), indican que para lograr un buen enraizamiento de los esquejes con hojas es esencial que estas mantengan su turgencia y que tengan potencial de agua elevado.

Los procedimientos de enraizamiento deben orientarse a alcanzar esa meta.

Mediciones efectuadas han mostrado a menudo que se presentan bajos potenciales de agua (muy debajo de -10 bares) y que ese bajo nivel está relacionado con un mal enraizamiento.

2.4.4.4 Salinidad

Hartmann y Kester (1997), mencionan que la calidad de agua es un factor de importancia en el enraizamiento de estacas o esquejes y cultivo de plantas jóvenes para obtener un buen resultado del contenido total de sales en la provisión de agua no debe exceder del 1400 ppm aproximadamente de dos mmhos/cm de conductividad eléctrica.

Los mismos autores indican que, el agua tiene una alta proporción de sodio respecto al calcio y magnesio puede afectar adversamente las propiedades físicas como las tasas de absorción de los suelos, por lo que sugieren este tipo de agua para el riego de estacas en enraizamiento no debe ser salina.

2.4.4.5 Sustrato

Según Glynn y Heinke (1999) mencionado en Gutierrez (2013), indican que los suelos constituyen una capa muy delgada de material sobre la superficie terrestre; la profundidad del suelo sus propiedades fisicoquímicas varían de acuerdo con el lugar.

En general el suelo tiene cinco componentes principales: Partículas minerales inorgánicas, residuos orgánicos, agua, gases y sistemas biológicos.

Al respecto Chávez y Egoavil (1991), indican que el sustrato es la tierra en la cual se desarrollan las plantas y sus componentes son: tierra, arena, abono y humus.

Tierra

La tierra es el componente básico, que de acuerdo a las características puede variar en el contenido nutritivo y las condiciones de drenaje mediante el agregado de otros componentes (Chávez y Egoavil, 1991).

Al respecto, Gutierrez (2013), mencionan que la proporción de las partículas del suelo determina la retención de agua, la estructura del suelo y la disponibilidad de aire y nutrientes.

Arena

La arena es el componente que se utiliza para mejorar la tierra a fin de evitar el endurecimiento del sustrato, facilitar el crecimiento de las raíces y favorecer la filtración del agua (Chávez y Egoavil, 1991).

La “arena de río”, cernida, lavada y desinfectada es un buen sustrato y permite controlar eficientemente el ataque de hongos, el inconveniente es que las plantas no pueden permanecer por mucho tiempo en el almácigo (recría), ya que la arena carece de reservas para nutrir a las plantas (Padilla, S. 1986).

Según la FAO (1996), la arena como sólido varía de 0,05 – 2 mm de diámetro, y depende en forma directa de la roca materna que virtualmente no contiene nutrientes minerales ni capacidad amortiguadora respecto a sustancias químicas, por lo que la porción líquida y gaseosa del suelo adquiere su importancia porque tiene minerales en solución, oxígeno y bióxido de carbono.

Los esquejes de algunas especies si se hacen enraizar en arena producen raíces largas, no ramificadas, gruesas y quebradizas.

Abono

El abono es la sustancia de origen vegetal que se agrega a la mezcla para complementar los elementos nutritivos necesarios para un buen desarrollo de la planta (Chávez y Egoavil, 1991). Cuando se enraízan en una mezcla como de arena y musgo turboso, o de perlita y musgo turboso, desarrollan raíces bien ramificadas, delgadas y flexibles, de un tipo más apropiado para extraerse y volver a plantar (Hartmann y Kester, 1997).

Turba

Otro medio de enraizamiento natural es la turba, según Bautista (2004), la turba es la materia orgánica en su último estado de descomposición por acción de los microorganismos del suelo.

Glynn y Heinke (1999), indican que los restos vegetales y animales que forman el componente orgánico del suelo a través de diversas etapas de descomposición culminan en una sustancia estable conocida como turba mencionado en Gutierrez (2013).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización

El presente estudio se llevó a cabo en los predios municipales del vivero de Aranjuez situado a 12 Km. al Sur del centro de la ciudad de La Paz, sobre la

carretera a Mallaza junto al río La Paz. De acuerdo a sus coordenadas geográficas el predio municipal se encuentra a 68°04" de longitud Oeste y a 16°29" de latitud Sur (Claros, J 2003).



Figura 1. Imagen satelital, Vivero Forestal EMAVERDE, Zona Aranjuez

3.2 Características agroecológicas de la zona

Alvarado (2007) indica que el vivero de Aranjuez se encuentra dentro de las zonas climáticas relativamente favorables con una altura de 3200 m.s.n.m. cuenta con un clima variado con una temperatura promedio de 18 °C. (Máxima 26 °C. y mínima – 1 °C.) Con precipitaciones promedio anual acumulada de 600 mm con vientos de dirección SE, con velocidad media de 5 nudos y Humedad relativa de 40 a 69 %.

El suelo caracteriza por ser de tipo coluvial; de textura franco arcillosa, con presencia de grava, en algunos sectores son arenosos y medianamente profundas. (Zeballos, 2000 citado por Gutierrez, 2013)

3.3. Materiales

3.3.1 Material genético

Para esta investigación se utilizaron 3600 esquejes de ligustro amarillo (*Ligustrum ovalifolium aureum*) los cuales se recolectaron de los diferentes jardines de la ciudad de La Paz.

3.3.2 Materiales y equipos de campo

Los materiales y herramientas utilizadas en la presente investigación fueron:

- Herramientas manuales: picotas, palas, machete, tijeras de podar
- Regadera
- Letreros para identificar tratamientos
- Tamizador o cernidor de malla de gallinero
- Nylon
- Sacos
- Cuaderno
- Bolígrafos
- Cámara fotográfica
- Termometro
- Carretilla
- Malla semi sombra
- Agrofil

3.3.3 Sustratos

Turba, tierra, tierra vegetal en diferentes proporciones según el tratamiento.

3.3.4 Sustancias enraizadoras

Extracto de sauce (100 % pureza)

Extracto de alamo (100 % pureza)

3.4 Metodología

3.4.1 Identificación del área

Para el inicio de la investigación se realizó la inspección del terreno, de acuerdo con el diseño experimental se utilizó un área de trabajo mayor para minimizar el error experimental, una vez identificado el terreno se realizó la limpieza y la limitación del mismo para iniciar un trabajo libre de malezas que pueden llegar a ser perjudiciales, luego se procedió a la construcción y armado de las camas de enraizamiento.

3.4.2 Armado de la cama de enraizamiento:

Para el enraizamiento de esquejes de ligustro se armó una cama de acuerdo a lo requerido, tamaño y forma con características similares a la de una carpa solar, se construyó una cama de 2.5 m de largo y 1.2 m de ancho, con una altura de 1,5 m teniendo una superficie de 3 m², la parte inferior interna se forró con agrofílm y se adicionó una capa de 15 cm de alto de grava de una pulgada lo que nos ayuda a que el agua que se encuentra dentro de la cámara no se infiltre y el sustrato se encuentre siempre a capacidad de campo absorbida por osmosis. Dentro de la cama de enraizamiento se subdividió en 6 partes para cada tratamiento y empezar su evaluación.

3.4.3 Preparación y desinfección del sustrato:

Se prepararon tres tipos de sustratos los cuales primeramente fueron cernidos según dosis experimentales utilizando turba, tierra vegetal y tierra negra respectivamente, tomando en cuenta que este sustrato proporcione los nutrientes requeridos para el desarrollo de raíces además de caracterizarse por la retención de agua, buen drenaje y aireación con la siguientes dosis:

SUSTRATOS

b1 = turba(2 carretillas) + tierra negra (1 carretillas)+ tierra vegetal(1 carretillas)

b2 = turba(2 carretillas) +tierra vegetal(2 carretillas)

b3 = turba(2 carretillas)+tierra negra (2carretillas)

Las proporciones mencionadas fueron mezcladas de manera homogénea según el tratamiento y teniendo cuidado de no mezclarla se las ubico sobre agrofilm para posterior realizar la desinfección del sustrato obtenido, este es uno de los pasos más importantes en la obtención de una mayor cantidad de plantas y de mejor calidad.

Arbolino (1994), citado por Callisaya (1999) denota que para evitar la presencia de larvas de insectos y hongos que pueden dañar a las plántulas recomienda hacer una desinfección del sustrato, que puede ser: utilizando formaldehido (250 cm³ de formol al 10% disuelto en 15 l de agua), distribuido en 3 m² de sustrato, para proteger luego con un plástico para evitar la evaporación de los gases. Después de 48 horas se destapa y se comprueba que el olor penetrante haya desaparecido.

Posterior a la desinfección con la ayuda de una pala se colocó el sustrato en la cama de enraizamiento repartiendo de manera uniforme

3.4.4 Recolección y elección de esquejes:

El material recolectado, para la propagación de esquejes de ligustro amarillo, se realizó en inmediaciones de los parques, áreas encargadas por EMAVERDE, el corte de las ramas se realizó en primeras horas de la mañana, para la recolección se identificó las plantas madres con características adecuadas, identificando ramas terminales que no presenten lesiones y enfermedades que tengan

alrededor de un año, con la corteza lignificada de color café, de diámetro de 2 a 3 milímetros aproximadamente, una vez identificada la planta madre se procedió a la recolección con tijeras de podar realizando un corte transversal para su cicatrización, se recolectó la mayor cantidad de ramas colocándolos en una bolsa de yute.

Posterior a esto se realizó el corte de los esquejes seleccionando partes apicales, intermedios y basales, descartando aquellos que no poseían buenas características como ser tallos muy delgados o que se hicieron pequeños por el corte, por lo que se contó con 3600 esquejes, 200 esquejes por unidad experimental.

Antes de ser colocados en la cama de enraizamiento, se realizó un pre tratamiento de enraizamiento, que consistió en colocar los esquejes en un recipiente con agua, para mantenerlos vivos y así no se marchiten, dejando la parte superior con hojas, fuera del agua.

3.4.5 Preparación de los Enraizadores Naturales:

Con las investigaciones realizadas para la preparación de los enraizadores naturales, se utilizó una elaboración artesanal que se preparó como infusión donde nuestros ingredientes utilizados fueron hojas de sauce llorón y álamo ambas especies pertenecen a la familia de las *Salicaceae* nuestras especies mencionadas poseen un principio activo que al ser preparadas de esta manera son extraídas para luego ser Absorbidas por los esquejes por medio del floema, para realizar la infusión solo se utilizó las hojas y sobre estas hojas se vertió agua hervida y se remojo durante 24 horas, separando en bañadores grandes, bajo una relación de (1kg hojas con ½ litro de agua, de esta manera se tapó con una tela inmediatamente.

Posterior a esto se escurrió y se separó ambos componentes (líquido y sólido), para luego ser utilizados como enraizadores ambas especies por separado.

3.4.6 Plantación de Esquejes:

Antes de realizar la plantación se realizó un pre tratamiento de enraizamiento, que consistió en colocar los esquejes basales, intermedio, apical en diferentes recipientes con las infusiones de sauce y álamo durante 24 horas una vez que los esquejes absorbieron la infusión preparada, se procedió a la plantación de los mismos, antes de realizar esto primero se regó a capacidad de campo el sustrato preparado utilizando una regadera de lluvia fina, posterior a esto los esquejes fueron plantados en la cama de enraizamiento, utilizando una sub división interna para distinguir los tratamientos.

3.4.7 Labores culturales dentro de la cama de enraizamiento

Una vez que se plantó los esquejes se realizó los cuidados necesarios empezando por verificar la temperatura, es por eso que se colocó un termómetro dentro del micro túnel la cual no debería bajar de 15 °C, se realizó el riego correspondiente es decir cuando la planta lo requería inicialmente día por medio y luego dos veces por semana hasta llegar a capacidad de campo, la humedad dentro del micro túnel se mantenía adecuada y sin complicaciones, también se procedió a desmalezar cuando brotaban pequeñas hierbas, ya que pueden perjudicar el desarrollo de los esquejes, de esta manera se realizó las diferentes labores culturales.

3.4.8 Trasplante de Plantines:

Tomando en cuenta que el tiempo de enraizamiento que es de cuatro meses sin ningún tratamiento se realizó evaluaciones a partir de los dos meses para verificar la brotación de raíces al ser sometidos al tratamiento propuesto, en base al porcentaje de prendimiento llegando a más del 90% , se procedió al trasplante de los esquejes enraizados en bolsas, antes de realizar esto se preparó el sustrato en base a una relación (2:1:0,25) utilizando turba, tierra negra y abono, esta relación fue recomendado por el encargado del vivero de Aranjuez que utiliza este sustrato para toda las plantas salidas de enraizamiento.

3.5 Diseño experimental

Para el estudio de investigación se utilizó el diseño completamente al azar con arreglo factorial de dos factores con tres repeticiones (2x3), y una prueba de medias de Duncan a un nivel de significancia del 5% (Ochoa 2007). El modelo estadístico se muestra a continuación:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha \times \beta)_{ij} + E_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Cualquier observación

μ = Media general

α_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor A (enraizadores)

β_j = Efecto del j-ésimo nivel del factor B (sustratos)

$(\alpha \times \beta)_{ij}$ = Efecto de interacción A x B

E_{ijk} = Error experimental

3.5.1 Factor de Estudio:

Cuadro 1. Factores de estudio evaluados en la propagación de esquejes de ligustro

A = ENRAIZADORES	B = SUSTRATOS
<p>a1 = Extracto de álamo</p> <p>a2 = Extracto de sauce</p>	<p>b1 = turba(2 carretillas) + tierra negra (1 carretillas)+ tierra vegetal(1 carretillas)</p> <p>b2 = turba(2 carretillas) +tierra vegetal(2 carretillas)</p> <p>b3 = turba(2 carretillas)+tierra negra (2carretillas)</p>

3.5.2 Combinación factorial

Según la tabla de doble entrada como regla, se tiene cada combinación como un tratamiento, de la factorial: $2 \times 3 = 6$ tratamientos con 3 repeticiones haciendo un total de 18 unidades experimentales, donde el factor A es representado por dos enraizadoras naturales (extracto de sauce y extracto de álamo) y tres tipos de sustrato siendo estos el factor B.

Cuadro 2. Combinación factorial para cada unidad experimental

SUSTRATO = B			
ENRAIZADORES= A	b1	b2	b3
a1	a1b1	a1b2	a1b3
a2	a2b1	a2b2	a2b3

Cuadro 3. Combinación por unidad experimental

T1	a1b1 =	(Extracto de sauce) + (turba2 + tierra negra1+ tierra vegetal1)
T2	a1b2 =	(Extracto de sauce) + (turba2 +tierra vegetal2)
T3	a1b3 =	(Extracto de sauce) + (turba2+tierra negra2)
T4	a2b1 =	(Extracto de álamo) + (turba2 + tierra negra1+ tierra vegetal1)
T5	a2b2 =	(Extracto de álamo) + (turba2 +tierra vegetal2)
T6	a2b3 =	(Extracto de álamo) + (turba2+tierra negra2)

3.5.3 Croquis experimental

I	a2b3	a1b2	a1b1
	a2b2	a2b1	a1b3
II	a1b1	a2b3	a1b2
	a2b1	a1b3	a2b2
III	a2b2	a1b3	a2b1
	a1b2	a2b3	a1b1

Figura 2. Croquis de la parcela experimental

3.6 Variables de respuesta

3.6.1 Porcentaje de prendimiento

Para la evaluación del porcentaje de prendimiento, se realizara la conclusión de la investigación a los 90 días después del repique, por conteo simple y luego se demostrara en porcentaje de plantas vivas, utilizando la siguiente fórmula.

$$\%P = \frac{NPV}{NPT} \times 100$$

%P = Porcentaje de prendimiento

NPV= Numero de plantas vivas

NPT= Numero de plantas totales

3.6.2 Altura de esquejes

La altura se evaluara cada 30 días llegando hasta los 90 días después del repique, la medida será tomada desde la superficie del sustrato hasta al ápice del tallo con la ayuda de una regla. Para esta variable se hará la medida del incremento de altura de los esquejes (ya que no todos eran de la misma medida y para no tener errores al inicio del colocado de los esquejes se tomara la medida inicial de cada uno).

3.6.3 Número de hojas

El registro sobre el número de hojas se realizara mediante un conteo simple en el tallo principal y de los brotes, el cual se realizara en intervalos de 30 días, hasta la conclusión del experimento.

3.6.4 Longitud de la raíz

A los 90 días de instalación del ensayo que fue la conclusión del estudio, se procederá a medir con la ayuda de una regla desde la base del tallo hasta el ápice de la raíz más larga, donde se medirá a las muestras que sobrevivan.

3.6.5 Determinación de los costos parciales

Para la determinación de costos de producción en la propagación de ligustro, se realizara un estimado de los costos fijos y costos variables en que se incurrirán, para poder determinar el costo total de cada planta obtenida.

$$DP = \frac{CI - CF}{VU}$$

Depreciaciones:

Dónde:

DP = Depreciación

CI = Costo Inicial

CF = Costo Final

VU = Vida Útil

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis de los sustratos utilizados en la investigación

El análisis de suelo para cada sustrato se realizó en el laboratorio del Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear I.B.T.E.N. Los resultados y su interpretación se muestran a continuación.

Cuadro 4. Resultados de análisis de los sustratos evaluados en la propagación vegetativa.

Parámetro	Unidad	Sustrato (S1)	Sustrato (S2)	Sustrato (S3)
ARENA	%	47	27	36
ARCILLA	%	22	29	26
LIMO	%	31	44	38
CLASE TEXTURAL	-	F	FY	F
GRAVA	%	0,0	0,0	0,0
pH en agua 1:5	-	5,35	6,51	6,16
pH en KCl 1:5	-	5,31	6,09	5,90
Conductividad eléctrica en agua 1:5	dS/m	2,620	0,581	0,134
Acidez de cambio (Al +H)	meq/100 g	1,57	0,77	1,44
Calcio	meq/100 g	4,94	2,63	3,67
Magnesio	meq/100 g	3,07	1,23	1,99

Sodio	meq/100 g	2,36	0,42	1,26
Potasio	meq/100 g	1,81	0,77	1,54
Capacidad de intercambio catiónico	meq/100 g	18,34	8,33	11,73
Materia orgánica	%	20,67	13,20	20,67
Nitrógeno total	%	1,82	0,66	1,43
Fosforo asimilable	ppm	388,43	130,40	341,70

Respecto a los elementos identificados mencionamos que el nitrógeno según Chilon (1997) mencionado en Ochoa (2007), es un componente esencial de la clorofila, el fosforo es un componente esencial del material energético, además favorece la división celular e intensifica el crecimiento radicular, el zinc de igual manera cumple una función de la producción de auxinas en las hojas que ayudan a la formación de raíces.

Los nutrientes detectados en el sustrato que se indican en el cuadro 4, tiene importancia ya que estos ayudan de gran manera a la disponibilidad de los nutrientes y a la asimilación de la misma.

Según Ayala (2009), la preparación de un suelo es dotarlo de buenas propiedades físicas, en especial la aireación. Entre un suelo arcilloso y otro arenoso.

Así es que Rodríguez et al. (2000), indica que es importante conocer el pH porque este valor permite tener una idea sobre el grado de disponibilidad de los nutrientes minerales en el suelo, y respecto a los resultados de los análisis de los sustratos el pH se encuentra en los rangos aceptables.

Las principales diferencias que se observan entre los sustrato responden a los siguientes parámetros evaluados: pH, potasio, conductividad eléctrica, materia orgánica, nitrógeno total y fosforo asimilable hecho que se puede justificar la diferencia de los rendimientos encontrados entre las diferentes variedades en estudio.

Con relación a los nutrientes, un exceso de nitrógeno se traduce en una mayor sensibilidad a las enfermedades y el incremento de brotes axilares. El fosforo es

esencial sobre todo en la primeras fases de desarrollo, ya que potencia el desarrollo de las raíces. El potasio mejora el aspecto y aumenta el vigor de las plantas su carencia ocasiona la formación de tallos débiles de escasa consistencia (Callisaya Q., 2013).

Chilón (1997), indica que en un sustrato-suelo para la producción y desarrollo de plantas debe tener un contenido bueno de materia orgánica, lo cual en un rango de 2 a 4% es un buen contenido.

4.2 Porcentaje de prendimiento

En el Cuadro 5, de análisis de varianza para la variable porcentaje de prendimiento, se determinaron efectos altamente significativos ($P < 0.05$), y el coeficiente de variación alcanza al 5,11%, aspecto que fortalece la inferencia de la misma respecto al factor en estudio, lo cual indica que los datos cumplen con los requerimientos y se encuentran dentro del rango permitido menores a 30%.

Cuadro 5. Análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento

FV	GL	SC	CM	FC	P (5%)	Signif.
Enraizador(A)	1	572,22	572,22	71,76	0,0001	**
Sustrato(B)	2	361,77	220,885	25,08	0,0001	**
Enr*sust(A*B)	2	19,05	8,555	1,16	0,3457	NS
Error	12	88,56	7,221			
TOTAL	17	1041,6				

*(Significativo), ** (altamente significativo), NS (no significativo)
CV=5,11%

En el análisis de varianza se observa efectos altamente significativos para los dos factores de estudio, enraizadores (A), tipo de sustrato (B), lo cual nos indica que entre enraizadores existen diferencias significativas donde los enraizadores favorecieron y tuvieron influencia en el porcentaje de prendimiento así mismo el sustrato tuvo un comportamiento propio en el desarrollo de la planta, coadyuvando en su desarrollo de forma independiente; y en las interacciones de los factores A*B (enraizadores*sustrato) no influyeron de forma significativa.

Para esta variable que es el porcentaje de prendimiento cabe destacar que se llegó a considerar a la conclusión del estudio que fue a un lapso de 90 días después de la plantación.

Prueba de promedios para enraizador

En la figura 3, se muestra la prueba de promedios de rango múltiple de Duncan ($P < 0.05$) y dispersión correspondiente a la variable porcentaje de prendimiento, donde la comparación secuencial para el porcentaje de prendimiento promedio para los dos enraizadores, extracto de sauce y extracto de alamo, respecto a la amplitud mínima significativa (AMS).

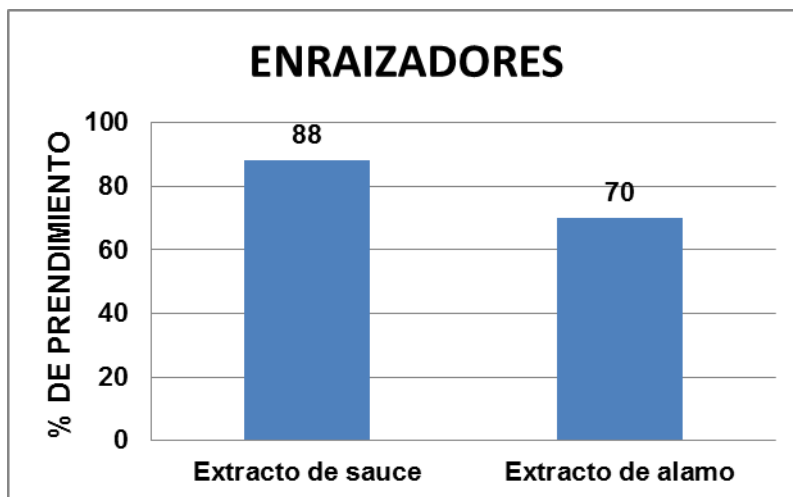


Figura 3. Comparación de medias para enraizadores en el porcentaje de prendimiento

Realizada la prueba de Duncan ($P < 0.05$) se observa que existen diferencias estadísticas significativas, entre los enraizadores aplicados extracto de sauce y extracto de álamo. En la figura 3, nos muestra que el enraizador que presento mayor porcentaje de prendimiento a la conclusión del estudio, fue el Extracto de sauce alcanzando un 88% y extracto de álamo 70% que registro menor porcentaje de prendimiento, el cual se presume fue debido a distintos factores, uno de ellos fue el registro de muy bajas temperaturas, y otro factor que pudo influir en el porcentaje de propagación fue al ataque del hongo *Fusarium oxisporum*, ya que se

encontró esquejes que tenían un necrosamiento en la parte de la base del tallo, como es característico de este hongo.

Conforme a lo obtenido se puede establecer que los resultados obtenidos para el porcentaje de prendimiento están en un rango aceptable, ya que en nuestro país no existe muchos estudios relevantes respecto a esta especie, así también no existe métodos y técnicas adecuadamente establecidas que ayuden a obtener un mejor porcentaje, como menciona Condori (2006), en la propagación de *Arce nagundo* obtuvo un porcentaje de prendimiento del 40% a 80% con la aplicación del extracto de sauce y de un 30% a 70% con agua de coco, otros estudios realizados de propagación de queñua tenemos, Hoyos (2004), obtuvo un 55% de prendimiento con la aplicación de ANA (ácido naftalacético) en la propagación de *Polylepis tarapacana*, León (2009), a los 90 días obtuvo un porcentaje de prendimiento de 91,3% en *Polylepis racemosa* y 45,9% en *Polylepis incana*, además obtuvo un mayor porcentaje de prendimiento de 75,6% con la aplicación de enraizador té de estiércol.

Al respecto Reynel, et. Al. (2002) mencionan que con la aplicación de agua de coco en la propagación de Huaranguillo (*acacia horriacidida*) se obtuvo un porcentaje de sobrevivencia de 35,6% a 56,5%.

Según Padilla, (2005) citado por Ríos (2011), para lograr un adecuado enraizamiento de las estacas, esquejes es necesario establecer un vivero en un lugar que permita obtener los tres factores principales; a) reducción en la actividad fotosintética, b) humedad relativa alta (>80 a 90%) y un buen manejo de estrés hídrico, y c) una temperatura ambiente entre 30 y 35 °C.

En la presente investigación los porcentajes de prendimiento obtenido pueden deberse a que las variaciones del factor climático como ser la temperatura y la humedad relativa varían con relación a cada año, además de variar con el lugar donde se realizó la propagación, ya que las investigaciones mencionadas en su mayoría fueron en Ecuador en donde presentan condiciones climáticas muy

diferentes al altiplano norte de nuestro país y además de tener gran diversidad de investigaciones realizadas.

Además se alude a que se pudo obtener estos resultados debido a que no existen técnicas establecidas para la propagación y manejo del ligustro áureo en nuestro país y departamento.

Prueba de promedios para sustrato

En la figura 4, se muestra la prueba de promedios de rango múltiple de Duncan ($P < 0.05$) y dispersión correspondiente a la variable porcentaje de prendimiento, donde la comparación secuencial porcentaje de prendimiento promedio para los tres sustratos, S1 (turba y tierra), S2 (turba y tierra vegetal) y S3 (turba, tierra, tierra vegetal), respecto a la amplitud mínima significativa (AMS).

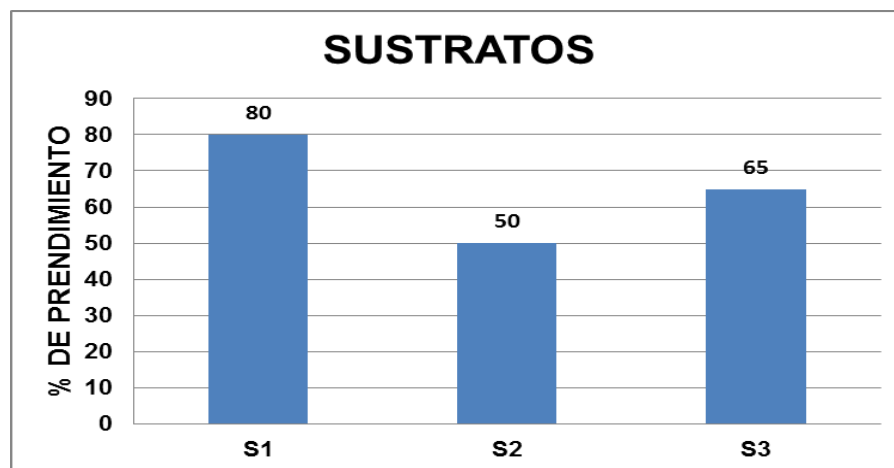


Figura 4. Comparación de medias para sustrato en el porcentaje de prendimiento

Donde se puede apreciar que el S1 es más eficiente al presentar un porcentaje de prendimiento de 80%, el S3 con un 65% a diferencia del S2 que obtuvo un bajo porcentaje de prendimiento de 50%.

Al respecto de acuerdo a Calderón 2005, citado por Facundo (2010) las características físicas de los sustratos son de gran importancia para el normal

desarrollo de la planta, pues determinan la disponibilidad de oxígeno, la movilidad del agua y la facilidad para la penetración de la raíz.

Facundo (2010), en la propagación de *Polylepis incana* obtuvo un 97,6% de plantas viables con el sustrato (tierra de paramo) resultó mayor a los demás sustratos mientras que el sustrato (tierra de páramo + cascajo + estiércol bovino) con 95,1 % de viabilidad fue menor a los demás. Al respecto Cruz (1999) obtuvo un promedio de 76,12% de sobrevivencia con un sustrato (2 Tierra agrícola:2 Estiércol ovino y 2Turba) y con un sustrato en alta concentración de estiércol obtuvo 47,68% de prendimiento en la propagación de *Polylepis racemosa*.

En la presente investigación se buscó utilizar el sustrato más adecuado para una mayor propagación y buscando características como indica Castañeda (1994) mencionado por Condori (2006) señala que hay medios y mezclas que se usan como sustrato y tienen propiedades en común, las cuales son esenciales para una planta: un medio consistente y denso para que las estacas y/o esquejes permanezcan en su lugar durante el enraizado, retentivo en humedad, que no necesite ser regado con demasiada frecuencia, debe ser poroso, de modo que el exceso de agua se drene, permitiendo una duración adecuada, libre de hierbas, nematodos y patógenos, debe tener un pH adecuado para que la estaca se pueda propagar.

Por su parte el menor porcentaje de prendimiento puede ser atribuido a la pudrición provocada por el hongo *Fusarium oxisporum*. Al respecto Cedeño, 2001 citado por Tovar 2008 menciona que la especie fitopatógeno ocasiona pérdidas importantes en la mayoría de las plantas perennes y anuales encontrándose entre las enfermedades más comunes causadas por este fitopatógeno como también el llamado damping-off o caída de las plántulas. Al respecto León (2008) indica que para la propagación de esquejes se requiere que el sustrato tenga temperaturas promedio de 20°C a 15 °C y una temperatura ambiente de 30°C – 35°C, lo cual fue difícil de controlar en la presente investigación, debido a las características climáticas de la región.

4.3 Altura de planta

En el Cuadro 6, de análisis de varianza para la variable altura de la planta, se determinaron efectos significativos ($P < 0.05$), y el coeficiente de variación alcanza al 8,95%, aspecto que fortalece la inferencia de la misma respecto al factor en estudio, lo cual indica que los datos cumplen con los requerimientos y se encuentran dentro del rango permitido menores a 30%.

Cuadro 6. Análisis de varianza para la variable altura.

FV	GL	SC	CM	FC	P(5%)	Signif.
Enraizador(A)	1	35,36	35,36	27,43	0,0002	*
Sustrato(B)	2	21,58	10,29	8,45	0,005	*
Enr*Sust(A*B)	2	5,15	2,714	2,12	0,1512	NS
Error	12	14,69	1,3814			
TOTAL	17	76,78				

*(Significativo), **(altamente significativo), NS (no significativo)

CV=8,95%

En el análisis de varianza se observa efectos significativos para los dos factores de estudio, enraizadores (A), tipo de sustrato (B), lo cual nos indica que entre enraizadores existen diferencias significativas donde los enraizadores favorecieron en la altura y desarrollo de la planta así mismo el sustrato tuvo una influencia sobre la raíz coadyuvando en su desarrollo de forma independiente; y en las interacciones de los factores A*B (enraizadores*sustrato) no influyeron de forma significativa.

Prueba de promedios para enraizador

En la figura 5, se muestra la prueba de promedios de rango múltiple de Duncan ($P < 0.05$) y dispersión correspondiente a la variable altura de planta, donde la comparación secuencial altura de planta promedio para los dos enraizadores, extracto de sauce y extracto de álamo, respecto a la amplitud mínima significativa (AMS).

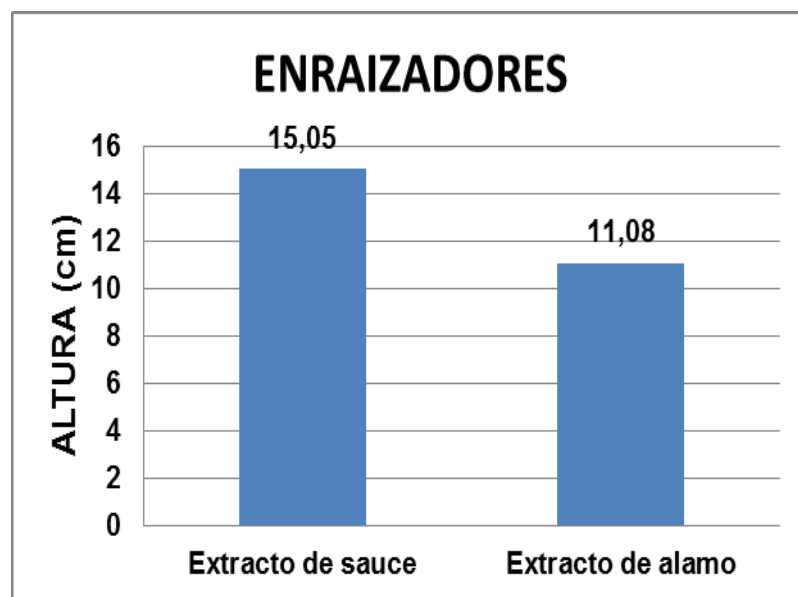


Figura 5. Comparación de medias para enraizadores en el incremento de altura

Se puede apreciar que la aplicación del extracto de sauce fue más eficiente al presentar un incremento de altura de 15,05 cm a diferencia del extracto de álamo que obtuvo un incremento de 11,08 cm.

Conforme a la figura 5, se menciona que durante el ciclo del trabajo, el crecimiento fue de forma ascendente, en donde los tratamientos a2b2 en las tres repeticiones obtuvo una mayor altura seguido de los tratamientos a2b1, el cual se asume que por efecto del enraizador que es el extracto de sauce por contener una mayor concentración de auxinas, al respecto Bidwell(1979) mencionado por Condori (2006), señala que por la distribución basipetala de las auxinas forman raíces en el extremo basal y tallo en el extremo apical, y la misma implica en la formación de órganos, división y alargamiento celular, dominancia apical y síntesis de proteínas.

Prueba de promedios para sustrato

En la figura 6, se muestra la prueba de promedios de rango múltiple de Duncan ($P < 0.05$) y dispersión correspondiente a la variable altura de planta, donde la comparación secuencial altura de planta promedio para los tres sustratos, S1

(turba y tierra), S2 (turba y tierra vegetal) y S3 (turba, tierra, tierra vegetal), respecto a la amplitud mínima significativa (AMS).

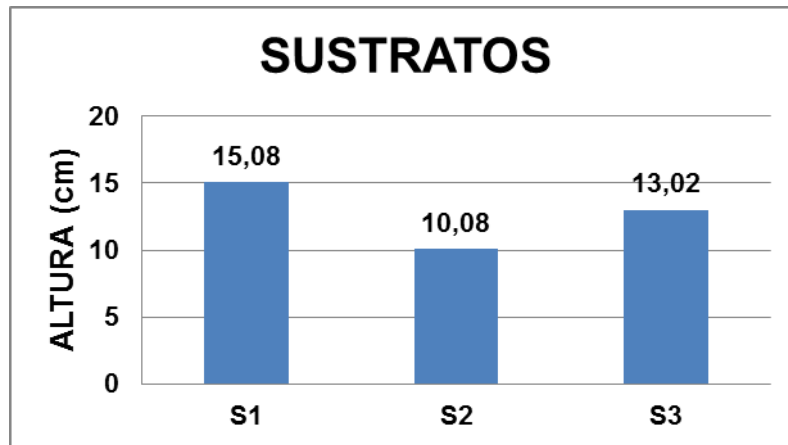


Figura 6. Comparación de medias para sustrato en el incremento de altura.

Respecto a la figura se aprecia que el S1 fue más eficiente al presentar un promedio en el incremento de altura de 15,08 cm, el S3 con un 13,02 cm a diferencia del S2 que obtuvo un promedio de 10,08 cm.

Respecto al enraizamiento Hartmann H. y Kester D. (1999) mencionan que las estacas de muchas especies de plantas enraízan con facilidad en una gran diversidad de medios, pero en aquellas que lo hacen con dificultad puede tener gran influencia el tipo de medio de enraíce que se use no solamente en el porcentaje de estacas enraizadas sino también en el sistema radicular formado. Igualmente Padilla, S (1986); indica que cuando el medio de enraíce (sustrato) es ligero, suelto, esterilizado, de temperatura abrigada y con humedad permanente, pero no excesiva se logra una rápida formación de raíces.

Sin embargo Gallego, (2001) mencionado en Quispe (2013); afirma que "manteniendo una humedad adecuada y una temperatura correcta y constante, los esquejes enraizarán en cualquier sustrato. No obstante el medio de enraíce (sustrato) es muy importante ya que puede influir en las características de raíces formadas, en algunos casos pueden dar origen a raíces largas no ramificadas, y

en otras pueden ser ramificadas, delgadas y flexibles. (Donahue, 1987 citado por Hoyos 2004).

Conforme a los datos obtenidos en el incremento de altura en los tres diferentes sustratos podemos decir que se encuentran en los rangos de incremento adecuados, al respecto Soto (1995) obtuvo un incremento de altura de 8cm con un sustrato de arena en la propagación de esquejes en reproducción vegetativa y un incremento de 14,8 cm con sustrato arboleda (3Tierra agrícola:2Tierra negra: 2Estiercol:3Arena). Al respecto Gutierrez (2013) obtuvo un crecimiento en *ligustrum lucidum* con un sustrato de turba, tierra negra y abono en relación (5:4:1) un promedio de 5,57 cm con enraizador de extracto de álamo y 6,49 cm con extracto de sauce en ambientes controlados y luego del enraizado y trasplante en platabandas.

4.4 Número de hojas

En el Cuadro 7, de análisis de varianza para la variable número de hojas, se determinaron efectos significativos ($P < 0.05$), y el coeficiente de variación alcanza al 2,97%, aspecto que fortalece la inferencia de la misma respecto al factor en estudio, lo cual indica que los datos cumplen con los requerimientos y se encuentran dentro del rango permitido menores a 30%.

Cuadro 7. Análisis de varianza para variable número de hojas.

FV	GL	SC	CM	FC	P(5%)	Signifi.
Enraizador(A)	1	0,8200	0,7101	12,11	0,0033	*
Sustrato(B)	2	2,3261	1,4045	23,10	<,0001	**
Enr*Sust(A*B)	2	0,2379	0,1333	2,02	0,1688	NS
Error	12	0,7601	0,0615			
TOTAL	17	4,1441				

*(Significativo), ** (altamente significativo), NS (no significativo)

CV=2,97%

En el análisis de varianza se observa efectos significativos para los dos factores de estudio, enraizadores (A), tipo de sustrato (B), lo cual nos indica que entre enraizadores existen diferencias significativas donde los enraizadores favorecieron

en el número de hojas así mismo el sustrato tuvo una influencia sobre el desarrollo en el número de hojas de forma independiente; y en la interacciones de los factores A*B (enraizadores*sustrato) no influyeron de forma significativa.

Prueba de promedios para enraizador

En la figura 7, se muestra la prueba de promedios de rango múltiple de Duncan ($P < 0.05$) y dispersión correspondiente a la variable número de hojas, donde la comparación secuencial número de hojas promedio para los dos enraizadores, extracto de sauce y agua de coco, respecto a la amplitud mínima significativa (AMS).

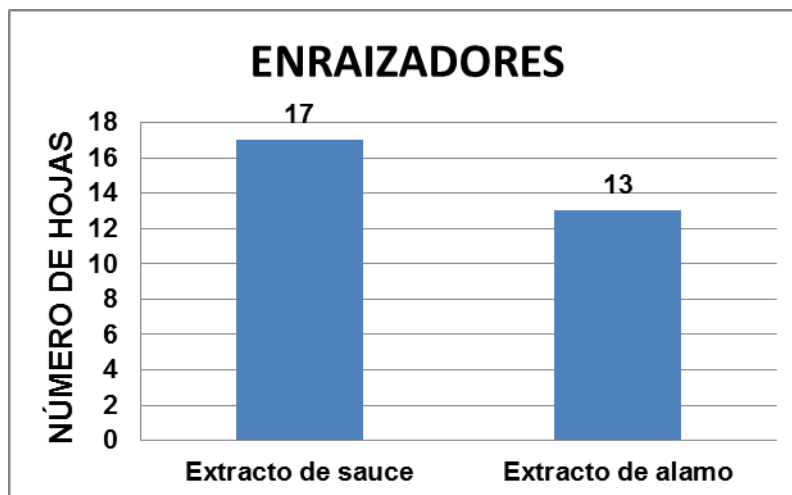


Figura 7. Comparación de medias para enraizadores número de hojas.

Se puede apreciar que la aplicación del extracto de sauce fue más eficiente al presentar un número de hojas de 17 a diferencia de extracto de álamo que obtuvo 13 hojas, lo cual se presume fue al contenido de auxinas en el extracto de sauce que aportó al desarrollo de las hojas.

Al respecto, Harttman y Kester (1999), mencionan que la presencia de hojas en las estacas ejerce una gran influencia estimulante sobre la iniciación de raíces adventicias, además de que las hojas son los productores de la fotosíntesis (carbohidratos) y también son grandes productores de auxinas que son

transportadas a través del floema a la base de la estaca de manera natural y otras sustancias que también ayudan a la formación de raíces y así el desarrollo de la planta.

Además cabe destacar que la longitud de los esquejes también son influyentes para la formación de hojas como menciona Quispe (2013), indica que las estacas de mayor longitud tiene mayor cantidad de reservas y energía, en esta investigación como se mencionó anteriormente se utilizó estacas de 15 a 20 cm de longitud y los de mayor longitud son los que obtuvieron mayor número de hojas.

Respecto a la variable evaluada podemos mencionar que la cantidad de hojas obtenidas en los tratamientos, con el extracto de sauce es un buen resultado ya que al respecto Hoyos (2004) menciona que con AIB (ácido indol butírico) en la propagación de esquejes obtuvo un promedio de número de hojas de 6,25.

Prueba de promedios para sustrato

En la figura 8, se muestra la prueba de promedios de rango múltiple de Duncan ($P < 0.05$) y dispersión correspondiente a la variable número de hojas, donde la comparación secuencial número de hojas promedio para los tres tipos de sustratos, que fueron; S1 (turba y tierra), S2 (turba y tierra vegetal) y S3 (turba, tierra y tierra vegetal), respecto a la amplitud mínima significativa (AMS).

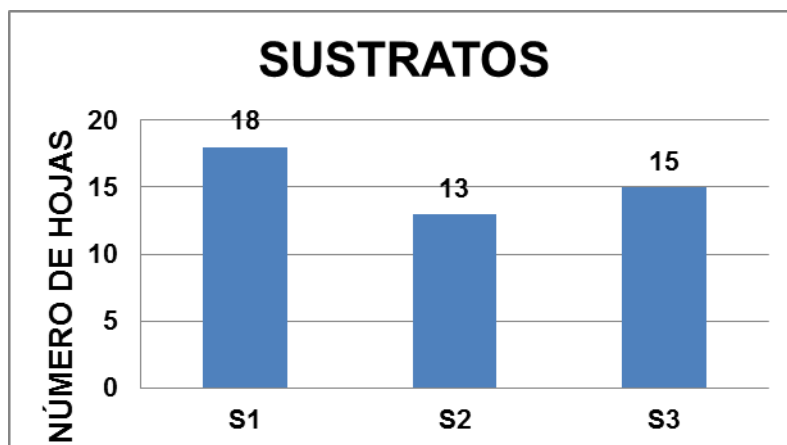


Figura 8. Comparación de medias para sustrato en el número de hojas.

Para el número de hojas se puede apreciar que se tiene dos grupos diferenciados estadísticamente significativos, en el primer grupo están los sustratos S1 y S3 dentro los que no hubo mucha diferencia ya que el promedio obtenido en ambos fue de 18 y 15 hojas respectivamente, los cuales resultaron ser más eficientes con relación al grupo dos que contempla al sustrato S2 con el que se obtuvo 13 hojas en promedio.

Conforme a la prueba de medias obtenidas con relación al sustrato se menciona que son buenos resultados obtenidos, al respecto Cruz (1999) en la propagación vegetativa obtuvo un número de hojas de 9,67 a 11,05 y Hartmann y Kester (1997), indican que la capacidad para generar la estructura entera de la planta, es una propiedad que poseen esencialmente todas las células vegetales vivientes, se demuestra en las diversas células y sistemas de células. Dicha capacidad depende de dos características fundamentales de las células vegetales. Una es la totipotencia. Que significa que cada célula vegetal viviente contiene la información genética necesaria para reconstituir todas las partes de la planta y sus funciones. La segunda es la desdiferenciación, o sea la capacidad de células maduras de volver a una condición meristemática y desarrollar un punto de crecimiento nuevo.

4.5 Longitud de Raíz

En el Cuadro 8, de análisis de varianza para la variable longitud de raíz, se determinaron efectos altamente significativos ($P < 0.05$), y el coeficiente de variación alcanza al 2,83%, aspecto que fortalece la inferencia de la misma respecto al factor en estudio, lo cual indica que los datos cumplen con los requerimientos y se encuentran dentro del rango permitido menores a 30%.

Cuadro 8. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz.

FV	GL	SC	CM	FC	P(5%)	Signif.
Enraizador(A)	1	22,31	22,14	486,06	0,0001	**
Sustrato(B)	2	10,20	5,56	102,42	0,0001	**
Enr*Sust(A*B)	2	0,17	0,095	1,88	0,1789	NS
Error	12	0,55	0,05011			
TOTAL	17	33,23				

*(Significativo), ** (altamente significativo), NS (no significativo)
CV=2,83%

En el análisis de varianza se observa efectos altamente significativos para los dos factores de estudio, enraizadores (A), tipo de sustrato (B), lo cual nos indica que entre enraizadores existen diferencias significativas donde los enraizadores tuvieron una acción independiente, favoreciendo en la estimulación y aceleraron la formación de las raíces así mismo el sustrato tuvo una influencia sobre la raíz coadyuvando en su desarrollo de forma independiente; y en la interacciones de los factores A*B (enraizadores*sustrato) no influyeron de forma significativa.

Prueba de promedios para enraizador

En la figura 9, se muestra la prueba de promedios de rango múltiple de Duncan ($P < 0.05$) y dispersión correspondiente a la variable longitud de raíz, donde la comparación secuencial para la longitud de raíz promedio para los dos enraizadores, extracto de sauce y extracto de álamo, respecto a la amplitud mínima significativa (AMS).

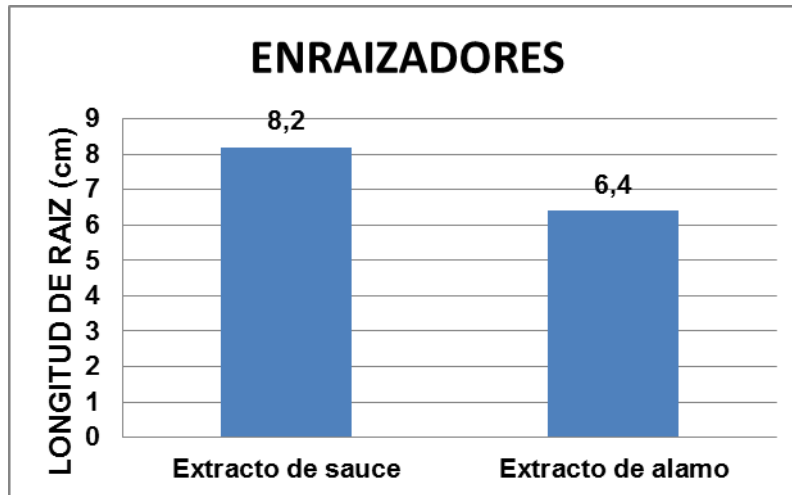


Figura 9. Comparación de medias para enraizadores en la longitud de raíz

Mediante la figura 9, se puede apreciar que la aplicación del extracto de sauce fue más eficiente para la longitud de la raíz obteniendo un promedio de 8,2 cm a los 90 días, a diferencia de los tratamientos con extracto de álamo que obtuvieron 6,4 cm de longitud en promedio.

Para la formación de las raíces es muy importante el contenido de auxinas, como menciona Hartmann y Kester (1999), las plantas poseen de manera natural auxinas en las yemas y hojas, las cuales son transportadas.

Para la longitud de la raíz existen variaciones que son principalmente por influencia de los enraizadores naturales, donde se supone que a través de la aplicación de estas por la mayor concentración de auxinas y giberelinas en el extracto de sauce y agua de coco ya que estas son principales para el enraizamiento.

Se deduce que el extracto de sauce y extracto de álamo tienen algunas auxinas naturales y que estas se transportan dentro de las plantas por distintas rutas, y en tallos de crecimiento el transporte de las auxinas es más rápido hacia las raíces que a los ápices del tallo. Al respecto Hartmann y Kester (1999) indican que el sauce en sus yemas forma unas sustancias de tipo hormonal y que estimulan la formación de raíces.

Respecto a los enraizadores Condori (2006), en la propagación de *Arce nagundo* obtuvo una longitud de raíz de 9,8 cm con la aplicación de extracto de sauce y 9,06 con agua de coco, asimismo Leon (2008) en la propagación de dos especies de *Polylepis racemosa e incana* con la aplicación de té de estiércol obtuvo una longitud de 8,8 cm y 7,4 cm con la aplicación de Roomots.

Por lo que se menciona que Los 8,2 cm de largo de la raíz son aceptables ya que, según ILCE (2011) es conveniente que el sistema radicular se presente bien desarrollado, lo que permite obtener plantas con buen vigor y listas para el trasplante al sitio definitivo.

Prueba de promedios para sustrato

En la figura 10, se muestra la prueba de promedios de rango múltiple de Duncan ($P < 0.05$) y dispersión correspondiente a la variable longitud de raíz, donde la comparación secuencial para la longitud de raíz promedio para los tres tipos de sustratos, que fueron; S1 (turba y tierra), S2 (turba y tierra vegetal) y S3 (turba, tierra y tierra vegetal), respecto a la amplitud mínima significativa (AMS).

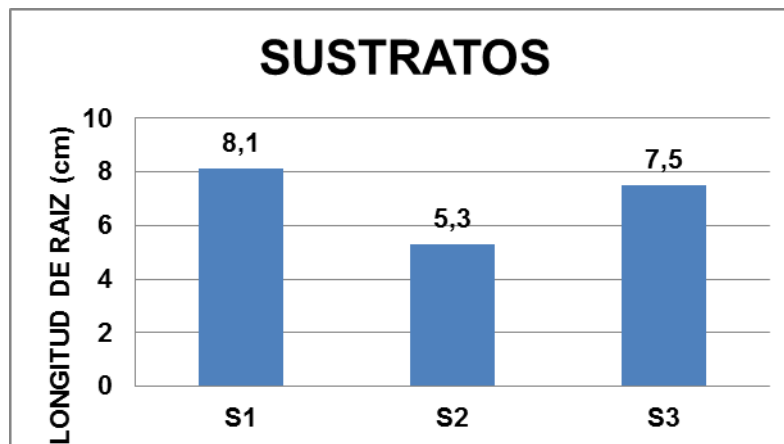


Figura 10. Comparación de medias para sustrato en la longitud de raíz

Realizando la prueba de Duncan ($P < 0.05$) se observa que existen diferencias significativas entre los tres sustratos, y se puede apreciar que el S1 resulto ser más eficiente al presentar un promedio mayor en la longitud de la raíz de 8,1 cm a

diferencia de los sustratos S3 que obtuvo un promedio de 7,5 cm y S2 un promedio de 5,3 cm en la longitud de la raíz.

Conforme a los resultados obtenidos en la investigación Infojardin (2008), afirma que el tamaño de raíces es directamente proporcional a la calidad de la estructura del sustrato donde se puede ver efectos de compactación en el sistema radicular por lo tanto “raíces largas y gruesas, sustrato más grueso, raíces cortas y finas, sustrato más fino”.

En cambio Urrestarazo, (2006) citado por Facundo (2010), sostiene que las turbas tienen excelentes propiedades físicas y químicas permitiendo mayor crecimiento rápido de las raíces, retienen nutrientes cerca de las raíces y permiten una menor frecuencia de riego, lo cual se asevera al obtener una longitud de raíz de 10,06 cm y 9,06 cm con los, S2 (2Turba:2Arena) y el S1 (2Turba:1Cascarilla:1Arena) los cuales tienen un buen porcentaje de turba que es el que obtuvo mayores resultados

Respecto a esta variable de estudio otros autores indican haber obtenido una longitud de raíz de 5,32 cm a 15,50 cm de promedio obteniendo un mejor resultado con un sustrato de (2Turba:2Estiercol:2Tierra agrícola) en la propagación de *Polylepis incana*, Cruz (1999). Facundo (2010) con un sustrato constituido por (tierra de paramo + cascajo + estiércol bovino) marcó una longitud promedio de raíces de 15,4 cm, valor que diferenció de los otros sustratos como (tierra de páramo + pomina + humus) que con 9,4 cm resultó menor a las demás, esto en la propagación de *Polylepis incana*.

4.6 Costos de producción

En cuanto a la relación B/C, en el cuadro 19, se observa que el tratamiento T3, es más rentable económicamente con un valor de Bs2.78 o sea por cada boliviano invertido, se recupera ese boliviano y se tiene una ganancia de Bs1.78; pero también podemos observar que los tratamientos más rentables en este caso son los tratamientos T1 Bs1.69, seguido del T6 Bs1.64, mientras que los tratamientos

T4, T2, y T5 fueron los que tuvieron menores ingresos con Bs1.60, Bs1.30 y Bs1.21, estos tratamientos son también rentables ya que el beneficio costo de todos es mayor a uno aunque los retornos no son muy significativos.

Cuadro 9. Análisis de costos de producción

Trat	Nro de plantas	Precio por U	Costos prod	IB (Bs)	IN (Bs)	B/C (Bs)
T1	560	1,20	250	672	422	2,69
T2	480	1,20	250	576	326	2,30
T3	580	1,20	250	696	446	2,78
T4	540	1,20	250	648	398	2,60
T5	460	1,20	250	552	302	2,21
T6	550	1,20	250	660	410	2,64

5. CONCLUSIONES

- Para el porcentaje de prendimiento el enraizador extracto de sauce tuvo mayor efecto con un 88% de prendimiento a diferencia del extracto de álamo que obtuvo un 70% de prendimiento, lo cual se atribuye a que el sauce tiene un gran contenido de hormonas en la yemas que ayudan a la formación de raíces, ya que para el extracto se utilizó las ramas apicales.
- Respecto al incremento de la altura de los esquejes se encontró efectos significativos, con la aplicación de los enraizadores, donde con el extracto de sauce se obtuvo un mayor incremento de un 15,05 cm y con el extracto de álamo un 11,08 cm.
- En el caso del número de hojas, de igual manera se tuvo un efecto independiente de los enraizadores, donde con el extracto de sauce se obtuvo 17 hojas y con el extracto de álamo 13 hojas.
- Para la longitud de raíz y respecto el efecto del enraizador utilizado se tiene que con el extracto de sauce se obtuvo una mayor longitud que fue 8,2 cm y con extracto de alamo 6,4 cm.

- Los sustratos de igual manera tuvieron una influencia significativa para el porcentaje de sobrevivencia, donde el S1 (turba y tierra) obtuvo una mayor sobrevivencia de 80%, y luego el S3 (turba, tierra, tierra vegetal) un 65% y el S2 (turba y tierra vegetal) el 50%.
- Para el efecto de los sustratos en el incremento de la altura se tiene 15,08 cm con el S1 (turba y tierra), 13,02 cm con el S3 (turba, tierra, tierra vegetal) y 10,08 cm con el S2 (turba y tierra vegetal).
- Respecto los sustratos entre S1 y S3 no se presentaron diferencias significativas entre sí, obteniéndose 18 y 15 hojas respectivamente, pero con relación sustrato S2 si hubo diferencias ya que solo se obtuvo 13 hojas.
- Respecto a los sustratos donde se observó mayor longitud de raíz de 8,1 cm con el S1 (turba y tierra), 7,5 cm para el S3 (turba, tierra, tierra vegetal) y 5,3 cm con el S2 (turba y tierra vegetal).
- Los tratamientos con extracto de sauce fueron los que presentaron mejores condiciones de crecimiento y desarrolló en comparación con los esquejes donde se aplicó extracto de álamo. Según el análisis económico de Beneficio Costo el T1 obtuvo Bs2.78 de beneficio por cada 1Bs invertido, siendo la más rentable en comparación con el T5 que tiene un beneficio costo de Bs2.21.

6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda seguir en la busca de otros enraizadores naturales para incrementar el porcentaje de prendimiento y una buena formación de raíces.
- Se recomienda también el utilizar diferentes sustratos y los que se usó en esta investigación, para una corroboración y así tener una tentativa de sustrato adecuado para el enraizamiento.
- Realizar más estudios que sean de respaldo a esta investigación con sustratos que fueron utilizados, además de buscar diferentes opciones de combinación de sustratos y con diferentes insumos que ayuden a la obtención de un mayor porcentaje de prendimiento y una buena formación de raíces.
- Buscar métodos o técnicas adecuadas que puedan facilitar o ayudar a la propagación de esta especie, debido a que no existe una técnica determinada de su propagación vegetativa.
- Propiciar en el momento de la poda del ligustro, la utilización de rastrojos como parte del material para la elaboración del sustrato, pues se tiene información de que las hojas jóvenes, poseen ciertas hormonas en cantidades menores que podrían estimular la enraización.

7. BIBLIOGRAFÍA

AGUIRRE, A. 1988. Propagación de Plantas Para el Desarrollo Forestal Comunal en los Andes Bolivianos. Proyecto FAO/Holanda /Prefectura, Desarrollo Forestal Comunal en el Altiplano Boliviano. Potosí, Bolivia.

Chávez, J y Egoavil, A. 1991. Manual de Viveros Forestales Volantes. Programa Regional de capacitación de mano de obra forestal. Pucallpa. Perú. e.30p.

ALVARADO, V 2007 Efecto de Diferentes Fitoreguladores en la Multiplicación por esquejes de Pino Japones (*Cryptomeria japonica*), Falso Ciprés (*Chamaecyparis obtusa*), Tuja Occidental (*Thuja occidentalis*) En El Vivero Municipal De Aranjuez, La Paz.

AYALA R. 2009. Floricultura básica. Curso de floricultura cultivos de claveles, rosas y gladiolos. Viceministerio de industria y comercio interno. s/ed. 135p.

BOREL, R. 1990. Especies agrosilvopastoriles para la zona alto andina. Editado por la Cooperación Técnica Suiza. Organización Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. ARBOLANDINO, Pomata Perú

CALDERÓN A. 2001. Propiedades físicas de los sustratos. Facultad de Agronómicas U. de Chile. Disponible disco duro: C:\Documents and Settings\pc\Mis documentos\MyeBooks\TESIS UTB\TESIS EGRESAMIENTO FB\Sustratos

Calderón, E. 1987. Manual del Fruticultor Moderno: Multiplicación de los árboles frutales, Propagación vegetativa. LIMUSA, S.A. Vol. I, México D.F., México. pp. 493 -564

CALLISAYA, D. 1999. Efecto del remojo en agua y estratificación de brotes en la propagación vegetativa de queñua (*Polylepis incana* Kunth). Tesis. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía, La Paz – Bolivia.

CALLISAYA, Q. 2013. Propagación Vegetativa de Esquejes de Queñua (*Polylepis besseri* Hieron) En Base a la Aplicación de dos Enraizadores Naturales y tres Tipos de Sustratos en el Vivero de la Comunidad de Huancane

CHANES, R. 2006. Deodendron. Árbol y arbustos de jardín en clima templado. Editorial Blume. Tercera Edición. Barcelona, España.

CHAVARRY, L. 1989. Propagación por estacas de *Cedrela vell* y *Polylepis racemosa*. Centro de Investigación y Capacitación Forestal, Proyecto CICAFOR. Lima Perú.

Choque M. Elio Felipe (2006). Obtención de plantines de ligustro (*Ligustrum vulgare*) Utilizando esquejes con tres longitudes de corte en carpa solar en el vivero Municipal de El Alto. Facultad de Agronomía, La Paz, Bolivia.

Claros, J. (2003) Diseño de un vivero modelo multifuncional en la zona de Aranjuez Gobierno Municipal de La Paz. Tesis Universidad Central de Cochabamba, Cochabamba – Bolivia.

CONDORI, E. 2006. Efecto de enraizadores naturales en la propagación asexual de arce negundo (*arce negundo*) en vivero. Tesis. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía, La Paz – Bolivia

CRUZ. A. 1999. Efecto de Sustratos Orgánicos en la Reproducción Vegetativa de la Queñua (*Polylepis incana*). Tesis de Grado UMSA.

DIMITRI, J. Y OLIVERI, CAC DE. 1980. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería Buenos Aires.

FACUNDO M. 2010, Enraizamiento de esquejes y estacas de Yagual (*Polylepis Racemosa*) sometidos a cinco tipos de sustratos en la zona la Libertad Provincia del Carchi. En línea <http://www.polylepis.cl/pdf/quenoa-arbol-enraizamiento-fvr.pdf>

FAO (FOOD AGRICULTURE ORGANIZATION). 1996. Técnicas convencionales y biotecnológicas para la propagación de plantas en zonas áridas. Serie N.C. México D.F

Gundry – Wickham. 1997. El libro de las flores y plantas. Ediciones Jaimes libros S.A. Barcelona, España. Primera edición.

Gutierrez C. Maribel (2013). Evaluación del efecto de dos enraizadores naturales en la propagación asexual de esquejes de ligustro verde (*Ligustrum lucidum*) para la producción de plantines en Cota Cota

GUTIÉRREZ, P. 2006. 84 árboles para las ciudades de Chile. Escuela de Ingeniería Forestal. Ediciones Universidad Mayor. Santiago, Chile.

HARTMAN, H. Y KESTER, D. 1992. Propagación de plantas. Compañía editorial Continental, S.A. de C.V México. pp. 263 – 385

HARTMANN, H y KESTER D.1999, Propagación de Plantas. Principios y prácticas Compañía editorial Continental S. A. México.

Heede, V. y Lecourt, M. 1981. El estaquillado: guía práctica de multiplicación de plantas. Trad. por F. Gil Albert Velarde, J. Iglesias González y E. Boix Aristu. Mundi–Prensa. Madrid, España. pp. 30 – 55 Hernández, E. y Montoya, O. 1978.

Respuesta

HOFFMANN, A. 1998a. El Árbol Urbano en Chile. Ediciones Fundación Claudio Gay. Tercera Edición. Santiago, Chile.

HOYOS R. RUTH, 2004.Determinación de sustratos y efecto de cuatro niveles de ácido naftalenacetico (ANA) sobre el enraizamiento de esquejes (Polylepis tarapacana) queñua, UTO, Oruro-Bolivia.

http://www.conaf.cl/cms/editorweb/institucional/Arboles_urbanos_de_Chile-2da_edicion.pdf

[https://www.rhs.org.uk/Plants/78015/Ligustrum-ovalifolium-Aureum-\(v\)/Details](https://www.rhs.org.uk/Plants/78015/Ligustrum-ovalifolium-Aureum-(v)/Details)

ILCE, Instituto Latinoamericano De La Comunicación Educativa, (2011). La propagación vegetativa, Disponible en:biblioteca.digitial.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/sec_6.htm. Consultado el 26 junio 2012.

INFOJARDIN. 2008. Sustratos. (En línea) Consultado: 12 de diciembre del 2012. Disponible en: <http://www.infojardin.com/foro/showthread.php?t=9843>

IPIZIA, 2011. Consideraciones generales para la propagación de especies forestales, Perú.

<http://www.dps.ufl.edu/hansen/asg3335l/propagacionforestal1.htm>

LEÓN A. PAULINA. 2008. Propagación de dos especies de yagual (Polylepis incana y Polylepis racemosa), utilizando dos enraizadores orgánicos y dos enraizadores químicos en el Vivero forestal del Crea en el cantón y provincia del Cañar Tesis, Escuela Superior técnica de Chimborazo, Facultad Recursos Naturales, RiobambaEcuador.

LOGMAN, K.1993. Enraizamiento de Estacas de Árboles Tropicales. Gran Bretaña (citado por De Rina G. Escobar. Pasantia ESTFOR).

Lunardi, C. (1988).Guía de Arbustos. Editorial Grijalbo, Toledo, Barcelona, España.

MESEN, F. 1998. Enraizamiento de estacas juveniles de Especies Forestales. Turrialva Costa Rica (mencionado por Gálvez Escobar. Pasantía ESTFOR.).

OCHOA T. RAMIRO, 2007, Diseños experimentales, UMSA, Facultad de Agronomía.

PADILLA, S. 1986. Influencia de Dos Hormonas en el Enraizamiento de Estacas Semileñosas en Aliso (*Alnus jorulensis* HBK)

PADILLA. 2005. La agroforestería con colle: alternativa para el campesino altoandino. Seri agroforestal Perú N°3, proyecto Desarrollo Forestal participativo en los Andes Lima-Perú. 4 p.

Porco, F. y Terrazas, J. 2009. Horticultura: aplicaciones prácticas. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. pp. 23 – 65

Quispe C. Maria E. (2013). Propagación Vegetativa de Esquejes de Queñua (*Polylepis besseri* Hieron) En base a la aplicación de dos enraizadores naturales y tres tipos de sustratos en el vivero de la comunidad de Huancane)

Ramia J. (1981).Especies Forestales no Autóctonas Cultivadas en la Argentina de Aplicación Ornamental y/o Industrial. Editorial Celulosa. Argentina S.A. Buenos Aires.

RAÑA, E. 1994. Multiplicación de árboles o arbustos. Estacas, acodos. Editorial Suelo Argentino. Buenos Aires. P 153-154.

RIOS G. MIGUEL, 2011. Evaluación de la eficacia de cuatro enraizadores y tres tipos de estacas en la producción de plantas de guayusa (*Ilex guayusa*) a nivel de vivero en el cantón Archidona, provincia de Napo” Tesis, Escuela Superior técnica de Chimborazo, Facultad Recursos Naturales, Riobamba-Ecuador.

RODRIGUEZ, D. A.;CHANG LA ROSA M.; HOYOS R.M. ;FALCON G.F. 2000. Manual práctico de Hidroponía. Universidad Nacional Agraria La Molina. Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral. Lima – Perú. 43p.

Rodriguez, G. y Ruista A.1981.El cultivo de cacao. Ed.EUNED. Tercera reimpresión de la segunda edición. Serie Cultivos Mayores.No.4.SanJose, Costa Rica.64pp.

RODRÍGUEZ, P. 1996. Enraizamiento de estacas de tres especies forestales; Mara (*Switenia macrophylla*), Cedro (*Cedrella odorata*) y Paraíso gigante

(Mellaázaderachvar.Gigante) Tesis de la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Santa Cruz Bolivia.

RODRÍGUEZ, P. 1996. Enraizamiento de estacas de tres especies forestales; Mara (*Switenia macrophylla*), Cedro (*Cedrella odorata*) y Paraíso gigante (Mellaázaderachvar.Gigante) Tesis de la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Santa Cruz Bolivia.

Rojas, S.; García, J.; y Alarcón, M. s.a. Propagación Asexual de plantas: Conceptos Básicos y Experiencias con Especies Amazónicas. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) – Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Colombia. pp. 14 – 18

SOTO, J. 1995. Determinación de sustratos para el enraizamiento de esquejes de Queñua (*Polylepis incana* H.B.K) Ros. De tres procedencias. Tesis de la UTO. Oruro Bolivia.

TRUJILLO, L. 1989. Fundamentos para el Manejo de Semilla en Vivero, en Plantación Inicial, Reproducción Sexual y Vegetativa, Ed. Guadalupe, Bogota Colombia.

Vozmediano. 1982. Fruticultura: Fisiología, ecología del árbol frutal y tecnología aplicada. Servicio de Publicaciones Agrarias. s.l. pp. 239 – 257 (Arboles urbanos de Chile; Published on Apr 8, 2013)

WEAVER, RJ. (1996). Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Editorial Trillas, México, Octava reimpresión.

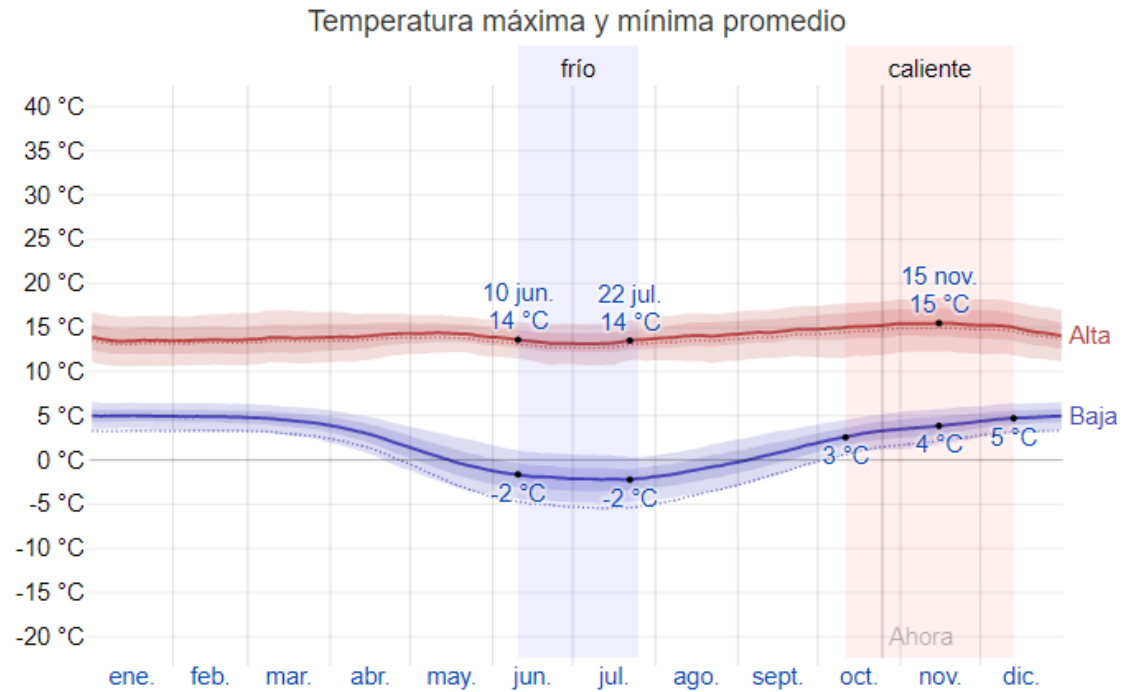
WRIGHT, RCM. 1979. Propagación sencilla de las plantas. Buenos Aires Argentina.

Yuste, P. 1997. Biblioteca de la Horticultura. Idea Bocks S.A. Barcelona, España. Tomo III. pp. 60-67, 130-133,185-186

ZALLES, T. 1988. Manual de Técnico Forestal. Editorial Arol. Cochabamba, Bolivia.

ANEXOS

ANEXO 1. REGISTRO DE DATOS CLIMÁTICOS



La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diaria con las bandas de los percentiles 25° a 75°, y 10° a 90°. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes.

ANEXO 2. ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO DE SUELOS



ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO: OVIDIO RAMOS ARRATIA

N° SOLICITUD: 164 / 2019

PROCEDENCIA: Departamento de LA PAZ, Provincia Murillo, EMAVERDE

FECHA DE RECEPCION: 04 / Agosto / 2019

FECHA DE ENTREGA: 19 / Agosto / 2019

N° Factura: 4842 - 17



Parámetro	Unidad	Sustrato (S1)	Sustrato (S2)	Sustrato (S3)
ARENA	%	47	27	36
ARCILLA	%	22	29	26
LIMO	%	31	44	38
CLASE TEXTURAL	-	F	FY	F
GRAVA	%	0,0	0,0	0,0
pH en agua 1:5	-	5,35	6,51	6,16
pH en KCl 1:5	-	5,31	6,09	5,90
Conductividad eléctrica en agua 1:5	dS/m	2,620	0,581	0,134
Acidez de cambio (Al +H)	meq/100 g	1,57	0,77	1,44
Calcio	meq/100 g	4,94	2,63	3,67
Magnesio	meq/100 g	3,07	1,23	1,99
Sodio	meq/100 g	2,36	0,42	1,26
Potasio	meq/100 g	1,81	0,77	1,54
Capacidad de intercambio catiónico	meq/100 g	18,34	8,33	11,73
Materia orgánica	%	20,67	13,20	20,67
Nitrógeno total	%	1,82	0,66	1,43
Fosforo asimilable	ppm	388,43	130,40	341,70

OBSERVACIONES.-

S1: Turba - Tierra negra

S2: Turba - Tierra vegetal

S3: Turba-Tierra negra- Tierra vegetal




 RESPONSABLE DE LABORATORIO
 JORGE CHUNGARA

PARAMETROS DE INTERPRETACIÓN

Anexo 3. Análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento

FV	GL	SC	CM	FC	P (5%)	Signif.
Enraizador(A)	1	572,22	572,22	71,76	0,0001	**
Sustrato(B)	2	361,77	220,885	25,08	0,0001	**
Enr*sust(A*B)	2	19,05	8,555	1,16	0,3457	NS
Error	12	88,56	7,221			
TOTAL	17	1041,6				

*(Significativo), ** (altamente significativo), NS (no significativo)
CV=5,11%

Anexo 4. Análisis de varianza para la variable altura.

FV	GL	SC	CM	FC	P(5%)	Signif.
Enraizador(A)	1	35,36	35,36	27,43	0,0002	*
Sustrato(B)	2	21,58	10,29	8,45	0,005	*
Enr*Sust(A*B)	2	5,15	2,714	2,12	0,1512	NS
Error	12	14,69	1,3814			
TOTAL	17	76,78				

*(Significativo), ** (altamente significativo), NS (no significativo)
CV=8,95%

Anexo 5. Análisis de varianza para variable número de hojas.

FV	GL	SC	CM	FC	P(5%)	Signifi.
Enraizador(A)	1	0,8200	0,7101	12,11	0,0033	*
Sustrato(B)	2	2,3261	1,4045	23,10	<,0001	**
Enr*Sust(A*B)	2	0,2379	0,1333	2,02	0,1688	NS
Error	12	0,7601	0,0615			
TOTAL	17	4,1441				

*(Significativo), ** (altamente significativo), NS (no significativo)
CV=2,97%

Anexo 6. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz.

FV	GL	SC	CM	FC	P(5%)	Signif.
Enraizador(A)	1	22,31	22,14	486,06	0,0001	**
Sustrato(B)	2	10,20	5,56	102,42	0,0001	**
Enr*Sust(A*B)	2	0,17	0,095	1,88	0,1789	NS
Error	12	0,55	0,05011			
TOTAL	17	33,23				

*(Significativo), * *(altamente significativo), NS (no significativo)
CV=2,83%

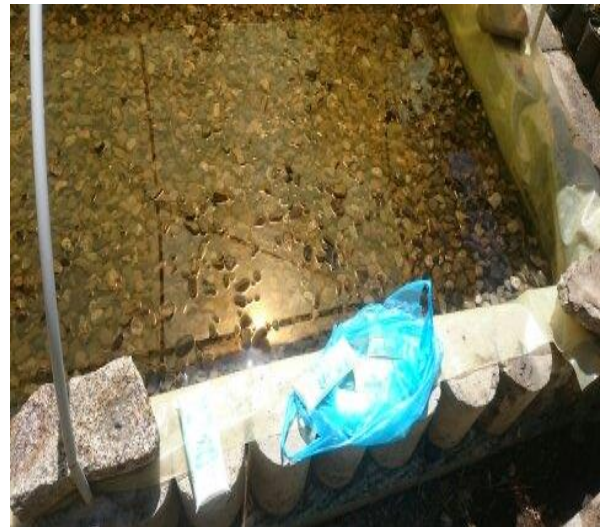
Anexo 7. Análisis de costos de producción

Trat	Nro de plantas	Precio por U	Costos prod	IB (Bs)	IN (Bs)	B/C (Bs)
T1	560	1,20	250	672	422	2,69
T2	480	1,20	250	576	326	2,30
T3	580	1,20	250	696	446	2,78
T4	540	1,20	250	648	398	2,60
T5	460	1,20	250	552	302	2,21
T6	550	1,20	250	660	410	2,64

Anexo 8. FOTOGRAFIAS DE CAMPO



PREPARADO DE LAS CAMAS DE ENRAIZAMIENTO





RECOLECCION DEL MATERIAL VEGETAL



PREPARADO DE LOS TRES TIPOS DE SUSTRATO



COLOCADO DEL SUSTRATO EN LAS ENRAIZADORAS



FORMACION RADICULAR Y FOLIOLOS EN EL PRIMER MES DE EVALUACION





FORMACION FOLIAR AL SEGUNDO MES DE INICIADO EL ESTUDIO

