

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



TESIS DE GRADO

**PRODUCCIÓN DE PLANTINES DE ÁLAMO (*Populus balsamífera L.*) A PARTIR
DE ESTACAS EN DISTINTOS SUSTRATOS EN UN AMBIENTE CONTROLADO,
EN LA COMUNIDAD DE HUANCANÉ - DEPARTAMENTO DE LA PAZ.**

**Presentado por:
Mónica Virginia Lucana Huallpa**

**La Paz – Bolivia
2014**

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

**PRODUCCIÓN DE PLANTINES DE ÁLAMO (*Populus balsamífera* L.) A PARTIR
DE ESTACAS EN DISTINTOS SUSTRATOS EN UN AMBIENTE CONTROLADO,
EN LA COMUNIDAD DE HUANCANÉ- DEPARTAMENTO DE LA PAZ.**

*Tesis de Grado presentado como requisito
parcial para optar el título de
Ingeniero Agrónomo*

MÓNICA VIRGINIA LUCANA HUALLPA

Asesores:

Ing. Ph.D. Yakov Arteaga García

Ing. Freddy Porco Chiri

Revisores

Ing. Ph.D. David Cruz Choque

Ing. M.Sc. Celia Fernández Chávez

Ing. Bernardo Ticona Contreras

Presidente tribunal Examinador

Aprobado

La Paz – Bolivia
2014

CONTENIDO GENERAL

	Pág.
Dedicatoria.....	I
Agradecimientos.....	II
Índice General.....	III
Índice de Anexos.....	VII
Índice de Cuadros.....	VIII
Índice de Figuras	IX
Resumen.....	X
Summary.....	XI

DEDICATORIA

A mis padres Francisco Lucana y Jacinta Huallpa por el apoyo y la comprensión que me brindaron en todo momento.

A mi familia, a mi hijo Adrián que fue mi impulso para seguir adelante a mis hermanos quienes estuvieron siempre presentes.

A mis amigas, amigos y compañeros que me colaboraron en las buenas y en las malas.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida y llenarla de bendiciones día a día, por estar siempre a mi lado en todo momento.

A mi familia que estuvo siempre presente acompañándome, apoyándome y dando aliento para seguir adelante en buenos malos momentos.

Agradecer a la Facultad de Agronomía, a los docentes quienes me quienes forjaron durante toda la carrera.

Agradecer a mi asesor Ing. Freddy Porco Chiri quien me colaboro desinteresadamente con mi trabajo y fue un apoyo incondicional.

Un agradecimiento especial al Dr. Rene Chipana Rivera y al Dr. David Cruz Choque quienes se convirtieron en grandes ejemplos a seguir en mi vida profesional.

Finalmente quiero agradecer a todos mis amigos que estuvieron ahí cuando los necesite, a mi gran amigo Braulio Calle que me colaboro en todo momento, a mis amigas, Celia Mamani Quispe, Lizeth Calderon Mollo y Mariela Aguilar Soto, gracias amigas por todo el apoyo durante todo este tiempo que compartimos juntas tanto en el aula como en el campo.

Muchas Gracias.

Mónica Virginia Lucana Huallpa.

INDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo General.....	3
2.2. Objetivos Específicos.....	3
2.3 Hipótesis	3
3. LITERATURA CONSULTADA	4
3.1. Producción forestal.....	4
3.2. Características generales del Álamo	4
3.2.1. Morfología del Álamo bálsamo	6
3.3. Propagación vegetativa por estacas enraizadas	7
3.3.3. Condiciones para la propagación por estacas	8
3.3.3.2. Longitud y Diámetro.....	8
3.4. Factores de la rizogénesis.....	9
3.5. Condiciones ambientales que intervienen en el enraizamiento	9
3.5.1. Sustrato	9
3.6. Características Químicas del suelo.....	11
3.6.1. pH del suelo.....	12
3.6.2. Nitrogeno (N)	12
3.6.3. Fosforo (P).....	13
3.6.4. Potasio (K)	13
3.7. Vivero forestal.....	13
3.7.1. Material de propagación	14
4. LOCALIZACIÓN	15
4.1. Ubicación Geográfica	15

4.2. Características de la Zona	18
4.2.1. Clima.....	18
4.2.1.1. Riesgos climáticos.....	18
4.2.2. Ecología de la Zona	18
4.2.2.1. Topografía	19
4.2.3. Características Edafológicas	19
4.2.3.1. Suelos	20
4.2.3.2. Zonas y grados de erosión.....	20
4.2.4. Recursos forestales	20
5. MATERIALES Y METODOS.....	21
5.1. Materiales	21
5.1.1. Material Biológico	21
5.1.3. Materiales de gabinete	22
5.2. Metodología.....	22
5.2.1. Fase de trabajo en campo	22
5.2.1.1. Procedimiento experimental.....	22
5.2.2.1. Croquis experimental	25
5.2.3. Variables de respuesta	26
5.2.3.1. Porcentaje de prendimiento de los estacas de álamo.....	26
6. RESULTADOS Y DISCUSIONES	27
6.1. Porcentaje de prendimiento de estacas	27
6.2. Número de ramas	28
6.3. Número de hojas	30
6.4. Diámetro de ramas	32
6.5. Longitud de ramas	34
6.6. Análisis de suelos	37
6.7. Análisis económico.....	41
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
7.1. Conclusiones	42
7.2. Recomendaciones.....	43
8. BIBLIOGRAFIA.....	44

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo N° 1: Preparación de los sustratos en estudio.....	47
Anexo N° 2: Recolección del material vegetativo.....	48
Anexo N° 3: Medición de datos.....	49
Anexo N° 4: Fases de Desarrollo de los plantines.....	50
Anexo N° 5: Medición de los caudales.....	52
Anexo N° 6: Informe de ensayo de suelos con tierra micorrizada (inicio).....	55
Anexo N° 7: Informe de ensayo de suelos con tierra micorrizada (final).....	55
Anexo N° 8: Informe de ensayo de suelos con estiércol bovino (inicio).....	56
Anexo N° 9: Informe de ensayo de suelos con estiércol bovino (final).....	57
Anexo N° 10: Informe de ensayo de suelos con turba (inicio).....	58
Anexo N° 11: Informe de ensayo de suelos con turba (inicio).....	59
Anexo N° 12: Costos de producción de plantines de Álamo con Turba.....	60
Anexo N° 13 Costos de producción de plantines de Álamo con Micorriza.....	61
Anexo N° 14: Costos de producción de plantines de Álamo con Estiércol de Bovino.....	62

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1: Análisis de varianza para el numero de ramas en estacas.....	27
Cuadro 2: Prueba de comparación de medias Duncan (longitud de ramas).....	27
Cuadro 3: Análisis de varianza para el numero de ramas en estacas.....	29
Cuadro 4: Prueba de comparación de medias Duncan (numero de ramas).....	29
Cuadro 5: Análisis de varianza para el numero de hojas en estacas.....	31
Cuadro 6: Prueba de comparación de medias Duncan (numero de hojas).....	31
Cuadro 7: Análisis de varianza para el diámetro de ramas en estacas.....	33
Cuadro 8: Prueba de comparación de medias Duncan (diámetro de ramas).....	33
Cuadro 9: Análisis de varianza para la longitud de ramas en estacas.....	34
Cuadro 10: Prueba de comparación de medias Duncan (longitud de ramas).....	35
Cuadro 11: Resultados de la determinación del pH acuoso.....	37
Cuadro 12: Resultados de la determinación del fosforo disponible.....	38
Cuadro 13: Resultados de la determinación del nitrógeno total.....	39
Cuadro 14: Resultado de la determinación del potasio intercambiable.....	40
Cuadro 15: Beneficio Costo en la producción de plantines de Álamo.....	41

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura N° 1: Morfología de <i>Populus balsamifera</i>	05
Figura N° 2: Ubicación geográfica de la “Comunidad de Huancané”	15
Figura N° 3: Vivero Forestal.....	16
Figura N° 4: Croquis del vivero.....	17
Figura N° 5: Transepto altitudinal del municipio de Batallas.....	19
Figura N°6: Croquis experimental dentro de la carpa de investigación.....	25
Figura N° 7: Conducta del porcentaje de prendimiento vs los días.....	28
Figura N° 8: Conducta de los tratamientos vs el número de ramas.....	30
Figura N° 9: Conducta de los tratamientos vs el número de hojas.....	32
Figura N° 10: Conducta de los tratamientos vs el diámetro de ramas.....	34
Figura N° 11: Conducta de los tratamientos vs la longitud de ramas.....	36
Figura N° 12: Conducta de la toma de muestras de inicio a final con el pH.....	37
Figura N° 13: Conducta de la toma de muestras de inicio a final con el fosforo disponible.....	38
Figura N° 14: Conducta de la toma de muestras de inicio a final con el nitrógeno total.....	39
Figura N° 15: Conducta de la toma de muestras de inicio a final del potasio intercambiable.....	40

RESUMEN

El trabajo de investigación “Evaluación de la producción de plantines de Álamo (*Populus balsamífera* L.) a partir de estacas en distintos sustratos en un ambiente controlado, en la comunidad de Huancané - Departamento de La Paz” fue realizado en el vivero forestal de la comunidad, Municipio de Batallas de la Provincia Los Andes.

Tuvo el objetivo de evaluar la producción de plantines de álamo (*Populus balsamífera* L.) a partir de estacas en distintos sustratos en un ambiente controlado, se utilizaron 450 estacas cada una con un promedio de entre 5 yemas axilares y una longitud de entre 15 a 20 cm.

Gutiérrez, H. (1998) recomienda, un buen sustrato para utilizarlo en la propagación de estacas de álamo tiene que tener: tierra corriente, compost y arena en una proporción de 6:3:2. Para el presente experimento el compost es el que vario cambiando por estiércol de bovino, turba y tierra micorrizada, siendo los tratamientos: T1 = sustrato a base de tierra micorrizada; T2 = sustrato a base de estiércol de bovino y el T3 = sustrato a base de turba.

Los tratamientos T1, T2 y T3 tuvieron el mismo porcentaje de prendimiento hasta los 20 días después de la plantación, recién a los 30 días de plantación se presentaron las diferencias significativas siendo el sustrato a base de micorriza T1 el de mejor rendimiento.

Para el número de ramas el T3 fue el que mejor resultados obtuvo aunque no fueron significativos frente a los tratamientos T1 y T2.

Para el número de hojas el tratamiento T2 con 4 hojas fue el de mejor resultado seguido de los tratamientos T3 con 3.25 hojas y T1 con 2.75 hojas.

En cuanto al diámetro de ramas el tratamiento que se diferenció de los demás y obtuvo más significancia fue el tratamiento con sustrato de turba T3 con una media de 0.23 cm: seguidamente del sustrato con tierra micorrizada con 0.22 cm y por último el sustrato con estiércol de bovino con 0.21 cm.

Para la longitud de ramas los sustratos con estiércol de bovino y con turba se establece la igualdad estadística con una media de 1,18 cm y 1,07 cm respectivamente con una diferencia significativa con el sustrato con tierra micorrizada que obtuvo 0,62 cm.

En cuanto al análisis de suelos que se hizo con las muestras de que se tomaron a cada tratamiento el mismo que se realizó en el Laboratorio de Calidad Ambiental dependiente del Instituto de Ecología UMSA muestra que el pH inicio como básico con 7,6 y al concluir se obtuvo un 5,6 llegando a un pH ácido. El fósforo disponible de inicio a fin, donde el sustrato con estiércol de bovino (V1), disminuyó de 213 a 31 P/mg+kg-1. Posteriormente el sustrato con turba (T1) presentó una disminución mínima de 33 a 30 P/mg+kg-1 por último el sustrato con tierra micorrizada bajó de 35 a 19 P/mg+kg-1.

El estiércol de bovino presenta un alto contenido de N P K, del cual la planta absorbió fósforo en gran cantidad para su desarrollo vegetativo.

La turba como sustrato neutro, que tiene un efecto de esponja, el cual absorbe lo que está a su alrededor; lo más probable es que el poco fósforo disponible en esta turba haya sido obtenido de otra fuente, todo nutriente mineral.

El comportamiento que tuvo el potasio disponible de inicio a fin, donde el sustrato con estiércol de bovino (V1), disminuyó de 11 a 0,42 cmolc/kg. Posteriormente el sustrato con turba (T1) presentó una disminución de 0,53 a 0,40 cmolc/kg, por último el sustrato con tierra micorrizada bajó de 0,46 a 0,45 cmolc/kg.

En cuanto al Beneficio/Costo el análisis se realizó con los costos de, insumos, mano de obra, comercialización de plantines donde el sustrato con estiércol bovino dió un Beneficio / Costo de 2,28 Bs, el cual es el mayor resultado, seguido del tratamiento con turba dando 2,25 Bs y por último está el sustrato con tierra micorrizada que dió 2,05 Bs.

SUMMARY

The research paper "Evaluation of seedling production of poplar (*Populus balsamifera* L.) from cuttings in different substrates in a controlled environment, in the community of Huancané - Department of La Paz" was performed in the tree nursery of the community, Township Battles of Los Andes Province.

The objective was to evaluate the production of seedlings of poplar (*Populus balsamifera* L.) from cuttings in different substrates in a controlled environment, 450 cuttings were used each with an average of 5 to axillary buds and a length of 15 to 20 cm.

Gutiérrez, H. (1998) recommends, a good substrate for use in the spread of poplar cuttings must have: Current soil, compost and sand in a ratio of 6:3:2. For this experiment the compost is that by changing various bovine manure, peat and soil mycorrhizal being treatments: T1 = Mycorrhizal based substrate earth T2 = based substrate and bovine manure based substrate T3 = peat.

The T1 , T2 and T3 treatments had the same percentage of surviving until 20 days after planting , just after 30 days of planting the significant differences are being presented based substrate mycorrhizal T1 the best performance.

For the number of branches the T3 was the best results obtained were not significant although compared to T1 and T2 treatments.

For the number of sheets in T2 with 4 sheets was better followed result of treatments T3 and T1 3.25 2.75 leaf sheets.

As the diameter of the treatment arms differed from the other and scored more significance was the treatment with peat substrate T3 with an average of 0.23 cm: then the substrate with mycorrhizal soil with 0.22 cm and finally the substrate with manure veal with 0.21 cm.

For the length of branches substrates with bovine manure and peat statistical equality with an average of 1.18 cm and 1.07 cm respectively set with a significant difference from the substrate with mycorrhizal land scored 0.62 cm.

As for soil analysis was done with the samples that were taken at each treatment was performed the same as in the Environmental Quality Laboratory under the Institute of Ecology UMSA shows that the beginning and basic with pH 7.6 and at the end 5.6 was

obtained reaching a pH acid. Phosphorus available from start to finish, where the substrate with bovine manure (V1) decreased from 213 to 31 C / mg + kg⁻¹. Subsequently the peat substrate (T1) presented a minimal decrease from 33 to 30 P / mg kg⁻¹ + finally the substrate with mycorrhizal Lowland 35-19 P / mg + kg⁻¹. Bovine manure has a high content of NPK, which absorbed phosphorus in plant host to their vegetative development.

Peat neutral substrate, which has a sponge effect, which absorbs that is around you, chances are that the little available phosphorus in the peat has been obtained from another source, all mineral nutrient.

The behavior that was available potassium from start to finish, where the substrate with bovine manure (V1) , decreased from 11 to 0.42 cmol / kg . Subsequently the peat substrate (T1) presented a decrease from 0.53 to 0.40 cmol / kg, finally the substrate with mycorrhizal Lowland 0.46 to 0.45 cmol / kg.

As to the benefit / cost analysis was performed with costs , supplies , labor , marketing of seedlings where cattle manure substrate gave a benefit / cost of 2.28 B , which is the best result , followed by treatment with peat giving 2.25 Bs. and finally is the substrate with mycorrhizal land that gave 2.05 Bs.

1. INTRODUCCIÓN

Los bosques constituyen ecosistemas complejos que pueden aportar una amplia gama de beneficios de orden económico, social y ambiental. Los bosques proporcionan productos y servicios que contribuyen directamente al bienestar de la población en todo el mundo y son vitales para nuestras economías, nuestro medio ambiente y nuestra vida cotidiana. No solamente son una fuente de recursos maderables, sino también de combustibles medicinas, materiales de construcción, alimentos, etc. (CEDIB, 2005).

Las plantaciones forestales en Bolivia son todavía poco significativas. La implantación de áreas de plantación está basada principalmente en programas establecidos entre comunidades locales y organismos internacionales, en los cuales, se busca la generación de ganancias para pequeños propietarios rurales y la recuperación de áreas degradadas (MDSP, 2004, en UDAPE, 2005)

En las plantaciones forestales el hombre manipula variables persiguiendo un objetivo habitualmente económico y toma decisiones: qué género utilizar, en qué sitio plantarlo, la densidad del cultivo, las labores silvícolas, el ciclo y turno final. La acción perjudicial de agentes bióticos y abióticos no incluidas en la ecuación económica, conspira contra la ganancia buscada.

El género *Populus* con sus diferentes especies es de gran importancia en la zona del altiplano boliviano por su utilización forestal. La propagación de plantines de álamo se realiza generalmente por la técnica de enraizamiento de estaquillas, por lo general esta forma de propagar es factible para optimizar la utilización del material vegetal.

En la comunidad de Huancané y en el municipio de Batallas existe muy poca presencia de álamos esto debido a su reciente introducción de la especie y además de que no se producían para la forestación y con fines ornamentales y muy pocas veces forestales.

El presente trabajo de investigación trata de establecer cuál es el mejor sustrato para producir plantines de álamo (*Populus balsamifera*.) a partir de estacas en un ambiente controlado, tomando en cuenta que los abonos que formaran parte del sustrato son del

lugar, es decir, se utilizara abono de bovino, turba y tierra micorrizada. Con el fin de que el agricultor o productor utiliza materiales que estén a su disposición sin la necesidad de tener que comprar o adquirir de otros lugares minimizando así los costos de producción, aumentando la producción entre otros.

La reproducción vegetativa tiene ventajas, de lograr la reproducción de una planta madre sin producir cambio alguno en descendientes de estacas de Álamo presentando un crecimiento rápido.

El comportamiento agronómico de estacas en vivero, son favorables para el prendimiento, formación del brote. Además que es un método tradicional que requiere menor inversión, este tipo de propagación por estacas la hace una técnica viable y económicamente rentable (Cañaviri, 2007).

Según la FAO (1989), la gran mayoría de las variedades comerciales de álamos se reproducen vegetativamente con estaquillas procedentes de brotes bien lignificados.

La reproducción asexual en el álamo ha sido una de las técnicas más utilizadas para su reproducción dejando atrás la reproducción sexual (por semillas). Su importancia radica en su utilización como planta forestal, como barreras vivas y en algunos casos como ornamental por no presentar propiedades alelopáticas como es el caso del eucalipto.

La razón fundamental de la investigación es establecer el sustrato más adecuado para la reproducción de álamo para aumentar rendimientos y minimizar el tiempo de producción que es el principal problema en la producción de plantas forestales.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Evaluar la producción de plantines de álamo (*Populus balsamífera L.*) a partir de estacas en distintos sustratos en un ambiente controlado, en la comunidad de Huancané- departamento de La Paz.

2.2. Objetivos Específicos

- Determinar el mejor sustrato para la producción de platines de álamo (*Populus balsamífera L.*).
- Comparar la producción de platines en diferentes sustratos.
- Determinar los costos de producción de plantines de álamo

2.3 Hipótesis

Ho: No existen diferencias en el desarrollo de las estacas de álamo sometidos a diferentes sustratos y en las mismas condiciones.

3. LITERATURA CONSULTADA

3.1. Producción forestal

Según la Cámara forestal de Bolivia (2007), el estado tiene una superficie total de 109,8 millones de hectáreas, de las cuales 53 millones de hectáreas son bosque, donde 8,8 millones de hectáreas tienen un desarrollo sostenible, ocupando solo un 30 % del potencial que tiene Bolivia.

Los mismos autores mencionan que las fortalezas y oportunidades para el país en el sector forestal son:

- gran cantidad de mercados de exportación
- predominio de producción con valor agregado
- régimen bien regulado
- distintos actores forestales, con acceso al bosque
- alta generación de empleo, principalmente rural
- presencia de la industria en todo el país
- alto potencial de crecimiento (gran potencial de recursos forestales y mercados internacionales abiertos)
- oportunidad para generar inversión nacional y extranjera (captar inversiones)

3.2. Características generales del Álamo

Las especies del género *Populus* son árboles de un solo tronco deciduos o semiperennes muchas de ellas se reproducen mediante la emisión de brotes de sus raíces yemíferas de gran importancia en el establecimiento y manejo de sus plantaciones; son probablemente los árboles de clima templado los que crecen más rápido; un rasgo congruente tanto con su papel de especie pionera como en el hábito heterofílico de crecimiento. La detección del crecimiento está bajo control fotoperiódico, característica a tener en cuenta cuando se llevan especies a lugares de distinta latitud que su zona de origen. Las hojas preformadas difieren, a menudo considerablemente las neoformadas (heterofilia) en forma textura y lobulado, siendo las primeras de gran importancia taxonómica y tienden a diferenciarse marcadamente entre las secciones

(Pruett, 1991).

Los álamos son una especie declina dioica (con pies y flores de sexos separados) que en su mayoría florecen antes de la filiación en primavera, a partir de yemas especializadas que contiene las inflorescencias preformadas. En una misma localidad de sus zonas de origen, las distintas especies suelen tener algunos días de diferencia en la fecha de floración las capsulas y sus semillas maduran más o menos al mismo tiempo que las hojas preformadas coincidiendo con la época de mayor humedad en el suelo (creciente primaveral de los cursos de agua o estación de lluvias). Las semillas son no-durmientes y de escasas reservas por lo que si fracasan en germinar parecen en pocos días.

3.2.1. Clasificación taxonómica

Los álamos forman parte del genero *Populus*, de la familia de las Salicáceas (Salicaceae). El chopo negro es la especie *Populus nigra*; el álamo blanco es *Populus alba*, y el álamo bálsamo, *Populus balsamífera*.

Figura N° 1: Morfología de *Populus balsamífera*



Desde el punto de vista botánico se clasifica al álamo de la siguiente manera:

DIVISION: Espermatofita

CLASE: Angiosperma

SUBCLASE: Dicotiledóneas

ORDEN: Salicales

FAMILIA: Salicaceae

GENERO: Populus

NOMBRE COMUN: Álamo balsamo (Enríquez y Paredes, 1989).

3.2.1. Morfología del Álamo balsamo

3.2.1.1. Sistema Radicular

Las plantas provenientes de semilla tiene una raíz pivotante o primaria, mientras que las plantas provenientes de estacas enraizadas el sistema radicular es siempre en forma de abanico, la raíz pivotante también se puede formar a partir de chupones (Barros, 1981). La raíz pivotante puede crecer normalmente entre 1.20 y 1.50 m, ocasionalmente puede alcanzar 2 m, dependiendo del suelo y algunos otros factores edáficos del lugar. En su mayoría (85-90 por ciento), de las raíces se ubican en los 20 y 25 cm. de profundidad del suelo alrededor del árbol, llegando un árbol normal a cubrir aproximadamente un área equivalente a la de su copa, pero en forma muy irregular (Viera, 1998).

Según Hernández (1983), la raíz principal o primaria puede alcanzar de 30 a 40 cm. de longitud, en 4 y 5 meses, 8 a 9 m. al cabo de 5 y 6 años. A los 10 años aproximadamente, la raíz primaria ha alcanzado prácticamente su desarrollo definitivo y su longitud varia de 1.80 a 2.50 m, aunque no es difícil encontrar ejemplares que sobrepasen los 2.5 m, estando muy relacionado con la exigencia de la planta (Enríquez y Paredes, 1989).

Las raíces secundarias se encuentran inmediatamente debajo del sitio de unión de la raíz con el tallo o cuello, distribuyéndose en su mayoría a los 15 a 25 cm. inferiores de la capa arable del suelo, llegando a alcanzar distancias de 5 a 6 m, a partir del tronco; crecen perpendicularmente en relación al tallo, tienen laterales y se dividen repetidamente, cambiando la dirección de acuerdo a los obstáculos del suelo (Vera, 1998).

3.2.1.2. Tallo y ramas

En correspondencia con su hábito de crecimiento rápido y casi ininterrumpido durante la estación favorable, su madera es clara, liviana, con porosidad difusa lo que hace que sus anillos de crecimiento sean difíciles de individualizarlo con exactitud para determinar su edad. La corteza permanece delgada y verde durante varios años y en algunas especies (*P. tremuloides* y *P. grandidentada*) contribuyen significativamente a la fotosíntesis. Es una especie heliófila, cuya altura en árboles con crecimiento libre puede llegar 30 m. y de longevidad corta (menor a 100 años) (Hernández, 1998).

3.2.1.3. Hoja

Enríquez y Paredes (1989) describe: las hojas simples y alternas, pecioladas con el pecíolo aplanado transversalmente, estipuladas y con pelos glandulosos en los bordes, y a menudo con glándulas en la unión de la lámina y el pecíolo de gran valor taxonómico. La forma es básicamente oval a triangular con lóbulos de distinta profundidad y nerviación palmatopinada.

3.3. Propagación vegetativa por estacas enraizadas

En un método muy susceptible de ser usado en la propagación de especies con semillas recalcitrantes, presentando perspectivas muy alentadoras no sólo para éstas, sino también para aquellas en las que se presentan problemas para conseguir una cantidad suficiente de semillas, ya sea por su irregularidad o por poca productividad, baja viabilidad de las semillas o altos niveles de parasitismo. Recurre a la utilización y cultivo de tejidos vegetales que conservan la potencialidad de multiplicación y diferenciación celular, para generar nuevos individuos similares a los árboles parentales (planta donante), a partir de partes vegetativas de las plantas (Vázquez-Yanes, C. y Cervantes, 1993).

3.3.1. Multiplicación de los Álamos

La gran mayoría de las variedades comerciales de álamos se reproducen vegetativamente con estaquillas procedentes de brotes bien lignificados. Este método tropieza con dificultades en ciertos cultivares de la sección Leuce (*P. trémula*, *P. heterophylla*), así como, excepcionalmente, en algunos clones de la sección Aigeiros, especialmente *P. deltoides*, dificultades causadas por sus caracteres anatómicos.

Se entiende por multiplicación vegetativa el obtener raíces partiendo de un segmento de planta, se pueden distinguir dos grupos principales:

- Multiplicación autovegetativa (estaquillado, acodo, etc.)
- Multiplicación heterovegetativa (injerto de púa o yema, etc.)

3.3.2. Propagación por estaquillas

La propagación vegetativa consiste en utilizar una parte de la planta (estacas), las mismas deben ser tomadas de una planta o árbol sano libre de plagas con características deseables.

3.3.3. Condiciones para la propagación por estacas

3.3.3.1. Edad y estado de estacas

Estas estaquillas proceden de ramas largas cortadas durante el periodo de reposo vegetativo. Normalmente, deben cortarse de brotes de 1 año, rara vez de 2 años. Los brotes pueden ser de cepas, de árboles desmochados, de plantas jóvenes de 1 año cortadas en los viveros y, excepcionalmente, de brotes epicormicos de viejos álamos.

No conviene utilizar ramas cortadas en la copa de viejos álamos, debido al riesgo de fenómenos de inducción, que podrían tener como consecuencia la obtención de un tronco torcido o un porte desfavorablemente ramoso (FAO, 1980).

3.3.3.2. Longitud y Diámetro

Existen estrechas correlaciones entre la longitud y el diámetro de las estaquillas, por una parte, y los resultados de la multiplicación, incluido el crecimiento en altura, por otra. Estas correlaciones caracterizan los diferentes clones. Como regla general, las estaquillas deben tener una longitud de 20 cm. y un diámetro en el centro de 10 a 20 mm.

Las estaquillas deben estar sanas, rectas y sin lesiones en la corteza. Se cortan durante el periodo de reposo vegetativo en la mitad o tercio basal de los ramos; la base se sitúa cerca y por debajo de una yema, y la parte superior a 1 cm. aproximadamente, por encima de otra para evitar la desecación (FAO, 1980).

La longitud normal de las estacas debe ser de 20 - 30 cm. de largo con 2 o 3 nudos. El corte que se le realiza en la estaca es recto en la parte basal y en la parte apical (superior) un corte inclinado (Proyecto DarwinNet, 2005)

3.3.3.2. Época de recolección

Hay plantas que se propagan por estacas en cualquier momento del año (Zamudio 1990). Solo deben utilizarse brotes bien lignificados; los demasiado tiernos no convienen nunca para la producción de estaquillas, en particular para *P. deltoides*, así como para las especies pertenecientes a la sección Leuce. No conviene cortarlas con tijeras de poda que pueden magullar la madera; debe hacerse con un cuchillo bien afilado o con sierra de dientes finos para no astillarlas. Cuanto más tarde se cortan, menor es el riesgo de pérdida de vitalidad (FAO, 1980).

3.4. Factores de la rizogénesis

La rizogénesis (enraizamiento) es la capacidad que tienen las porciones separadas de una planta para emitir sus raíces, dependiendo principalmente de los siguientes factores: genéticos, ambientales y con equilibrios químicos internos (nutrientes y hormonas) (Felipe 1986).

3.5. Condiciones ambientales que intervienen en el enraizamiento

Las condiciones de invernadero son ideales para el enraizamiento de ramas y hojas. Y reduciendo la transpiración al mínimo, cuando la temperatura se mantiene uniforme ayudando a la actividad fotosintética (Hartmann y Kester 1997).

3.5.1. Sustrato

Entendemos por sustrato un medio sólido inerte, que tiene una doble función: la primera, anclar y aferrar las raíces protegiéndolas de la luz y permitiéndoles la respiración y la segunda, contener el agua y los nutrientes que las plantas necesitan. La granulación (dimensión de las pequeñas partículas de las que está compuesto el sustrato) ha de ser tal que permita la circulación de la solución nutritiva y del aire.

Un sustrato excesivamente fino se vuelve compacto, en especial cuando está húmedo, e impide el paso del aire. En general la experiencia señala como mejores aquellos sustratos que permiten la presencia del 15 al 35 % de aire y del 20 al 60 % de agua en relación con el volumen total (Calderón, S. F y Cevallos, F).

Los sustratos se clasifican según sus propiedades (sustratos químicamente inertes;

sustratos químicamente activos) y según el origen de los materiales (materiales orgánicos y materiales inorgánicos o minerales) (Llurba, 1997). Se recomienda que el sustrato, deba ser de textura suelta con 35% materia orgánica descompuesta. Para que se permita mantener una adecuada humedad (Pretell 1985) y (Valdivia 1986).

3.5.1.1. Tipos de sustratos

Coll i Llorens (2005), menciona que se pueden distinguir diferentes grupos de sustratos, según sus particularidades, los cuales se describen a continuación:

a) Sustratos para producción viverística. Para producción de plantas de interior la turba rubia es el componente mayoritario en la formulación de sustratos, junto con la fibra de coco. Para las plantas de exterior, se usan también los productos compostados como la corteza de pino.; Pero los sustratos empleados en ambos casos dependen del tipo de cultivo, de su manejo y de las instalaciones. Igualmente hay diferencias entre sustratos de plantas de ciclo corto y largo, donde se toma en cuenta el tiempo que deba pasar la planta en un contenedor, siendo importante que el sustrato no se degrade física o químicamente.

Otro factor para determinar el tipo de sustrato a utilizar es si el cultivo se realiza en invernadero o en un ambiente exterior. Los cultivos de exterior por la tasa de transpiración y el sometimiento a la acción del viento, utilizan sustratos más pesados que evitan que los contenedores se vuelquen.

En los cultivos bajo invernadero o carpa solar se debe reducir el peso del contenedor para facilitar el manejo y el transporte posterior. Si la planta debe pasar por un periodo largo de transporte o en el punto de venta, es preferible una baja capacidad de retención de agua y de nutrientes para evitar una deficiencia durante la post venta.

Cuando el riego es frecuente es necesario que el sustrato tenga alta capacidad de aireación, ya que este debe ser capaz de absorber el agua aplicada en el riego en poco tiempo, logrando una alta permeabilidad.

b) Sustratos para multiplicación. Estos difieren por el cultivo y las técnicas empleadas, a partir de esto se comienza a diferenciar diversas tipologías de

sustratos:

- Para semilleros
- Para enraizamiento de esquejes
- Para forestales

Ya que debido a que se desarrolla la planta la evapotranspiración aumenta, por ello es necesario que el sustrato proporcione un suministro continuo de agua y nutrientes y de aireación suficiente al mismo tiempo.

Los sustratos para la multiplicación se basan en mezclas de turba rubia y negra.

- c) **Sustratos para hidroponía.** En la hidroponía la capacidad de intercambio catiónico deja de ser importante ya que el sustrato no necesita tener reserva de nutrientes.

Los sustratos más introducidos son los casi inertes desde el punto de vista químico, como la arena.

3.6. Características Químicas del suelo

Habarta (2011), nos dice que un fertilizante que contiene nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). La composición de estos abonos ternarios, NPK, se expresa mediante tres números que indican las proporciones de los tres nutrientes: el primer número se refiere al nitrógeno, el segundo al fósforo y el tercero al potasio.

Ahora bien, las cifras no se corresponden directamente con los porcentajes de cada elemento, pues el nitrógeno va expresado como N_2 , el fósforo como pentóxido (P_2O_5) y el potasio como óxido (K_2O).

Las plantas necesitan que el suelo contengan estos tres elementos en forma fácilmente asimilable, para poder construir sus tejidos.

El otro elemento indispensable, el carbono (C) lo pueden tomar del dióxido de carbono (CO_2) presente en la atmósfera.

Por supuesto que las plantas necesitan disponer de otros elementos (oligoelementos) en proporciones menores, pero éstos suelen acompañar como impurezas a los mayoritarios o al agua de riego.

3.6.1. pH del suelo

Según Chilon (2000), la concentración de H⁺ en los suelos como en solución acuosa es normalmente una fracción muy pequeña de un equivalente por litro, se ideó la escala de pH.

El pH se lo define como el logaritmo negativo de la actividad de los iones H en la solución:

$$\text{pH} = - \text{Log} (\text{H}^+)$$

Donde:

(): Concentración

H⁺: iones de H⁺ disociados en la solución

El pH de los distintos horizontes del suelo permite establecer el mejor uso del suelo, la elección de los cultivos a implantar, así como las prácticas de manejo más recomendable. La reacción del suelo hace referencia al grado de acidez o basicidad. (Chilon 2000).

3.6.2. Nitrógeno (N)

Alvarado y Solano, (2002) mencionan que el nitrógeno en la materia orgánica debe estar disponible, para los microbios, en cantidad de al menos 1:30 de carbono, de otra manera la descomposición se reduce.

El nitrógeno es importante porque es un componente esencial de los aminoácidos, proteínas, clorofila, de las enzimas y otros componentes que se encuentran en las membranas celulares.

La mayor parte del nitrógeno presente en el tejido vegetal de la planta se presenta como proteína enzimática en los cloroplastos y formando parte de las proteínas en las semillas.

La principal función del nitrógeno es estimular el crecimiento de la planta, especialmente en la etapa inicial de crecimiento vegetativo, generando un alto índice de área foliar y prolongando el período útil de las hojas a través del tiempo. Además regula la cantidad de hormonas dentro de la planta.

Los síntomas de deficiencia se manifiestan en una disminución en la longitud, ancho y área de la hoja, tallos más cortos y delgados, plantas atrofiadas y poco vigor. El

nitrógeno es un nutriente móvil dentro de la planta, siendo retransportado a órganos más jóvenes, razón por la cuál se producen cambios en el color de las hojas, a un color verde amarillento en las de más edad y verde pálido en hojas más jóvenes (clorosis), comparado con un color verde oscuro que presentan las plantas con un contenido adecuado de este nutriente. De este modo, los síntomas aparecen primero en las hojas más antiguas, las cuales dejan de funcionar en forma prematura.

Es importante destacar que la mayor parte o la totalidad del nitrógeno debe aplicarse durante la etapa de crecimiento vegetativo, con el objeto de fomentar la formación de nuevas hojas, requisito importante en la formación de yemas que inducen la formación de brotes laterales.

3.6.3. Fosforo (P)

Con la falta de fosforo toda la plántula está atrofiada, especialmente durante la primera etapa de desarrollo. Según la especie, las hojas se pueden volver de color verde opaco, amarillas o púrpuras. El color púrpura de las hojas es un síntoma clásico, pero a veces no hay diferencias de color en las hojas y, por lo tanto, el diagnóstico visual no siempre es confiable. El color púrpura no debe ser confundido con el de las hojas nuevas, que a menudo se ven púrpuras o rojas en la primera foliación.

3.6.4. Potasio (K)

Los síntomas de la deficiencia de este aparecen primero en las hojas más viejas, que comienzan a volverse amarillas en los bordes y son en parte verdes en la base. Más tarde, los bordes de las hojas se vuelven de color café, pueden arrugarse o enroscarse y a veces aparecen pequeñas manchas necróticas (muertas). Las plantas pueden marchitarse aun cuando haya suficiente agua en el sustrato. Cuando las deficiencias son severas, las hojas mueren.

3.7. Vivero forestal

Según el INTA, el vivero forestal es un lugar en el que se cultivan árboles hasta que estén listos para ser plantados.

En la naturaleza, las plantas para propagarse necesitan que sus semillas lleguen en buen estado al suelo, y que allí encuentren buenas condiciones para germinar y crecer. Este período es el más delicado en la vida de la planta. La semilla debe enfrentar

temperaturas muy altas o bajas, falta de humedad, enfermedades, animales que la comen, etc y después, si consigue germinar, la plantita puede sufrir también la falta de agua, el calor o las heladas, un suelo pobre, ataque de animales, enfermedades, etc.

Es por ello que las plantas tienen como estrategia producir mucha cantidad de semilla, para asegurarse que al menos algunas puedan escapar a todas estas dificultades, germinar y crecer para formar una planta adulta.

En los viveros forestales, se controlan todas estas condiciones durante la delicada etapa que va desde la semilla a un plantín lo suficientemente criado como para crecer sano y fuerte cuando lo plantemos.

3.7.1. Material de propagación

El INTA menciona que el material de propagación es la parte de la planta madre que usamos para hacer nuevas plantas. Hay dos tipos: de origen sexual (semillas) y de origen vegetativo (estacas, injertos, acodos, etc). Los árboles producidos por semilla son generalmente más altos, de raíz profunda y no son exactamente iguales, lo que es favorable ante enfermedades o plagas. Los árboles producidos en forma vegetativa repiten exactamente las características de la planta madre, lo cual es bueno en frutales, e inician la producción de fruta mucho antes que los de semilla.

Este es un paso muy importante en el trabajo de vivero, porque los árboles que se producirán van a vivir durante muchos años. Es necesario hacer una selección cuidadosa.

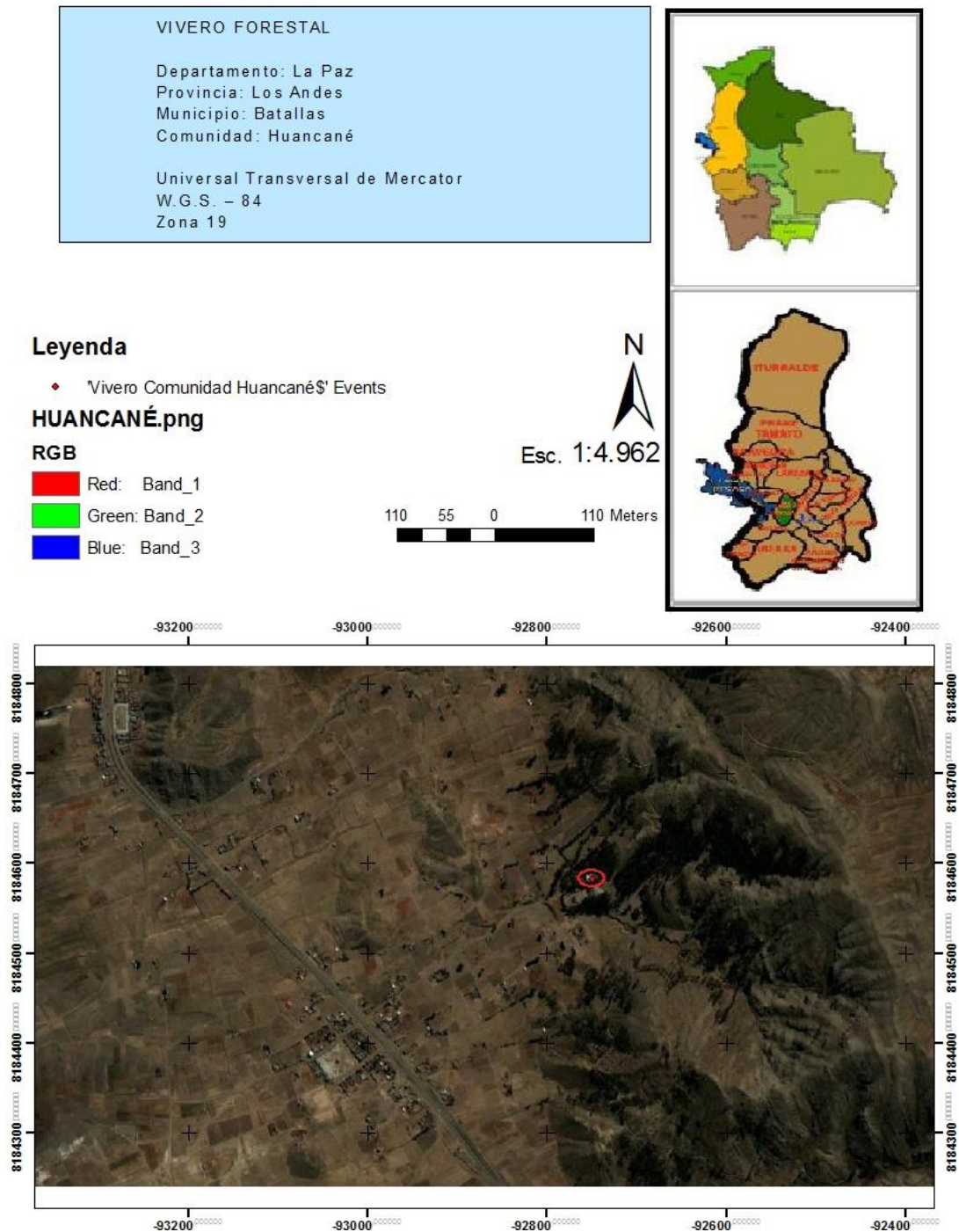
Las semillas deben recolectarse cuando los frutos están maduros. Algunas pueden juntarse directamente del suelo, pero no se tiene la seguridad de que pertenezcan al árbol elegido. Las estacas, de unos 25-30 cm, se cortan cuando la planta está en descanso de invierno (de Junio a Agosto).

El objetivo de un vivero es el de producir la cantidad de plantas necesarias y que éstas sean buenas, fuertes y sanas, para que prendan cuando se las plante y crezcan bien , para cumplir con el objetivo de la plantación.

4. LOCALIZACIÓN

4.1. Ubicación Geográfica

Figura N° 2: Ubicación geográfica de la “Comunidad de Huancané”



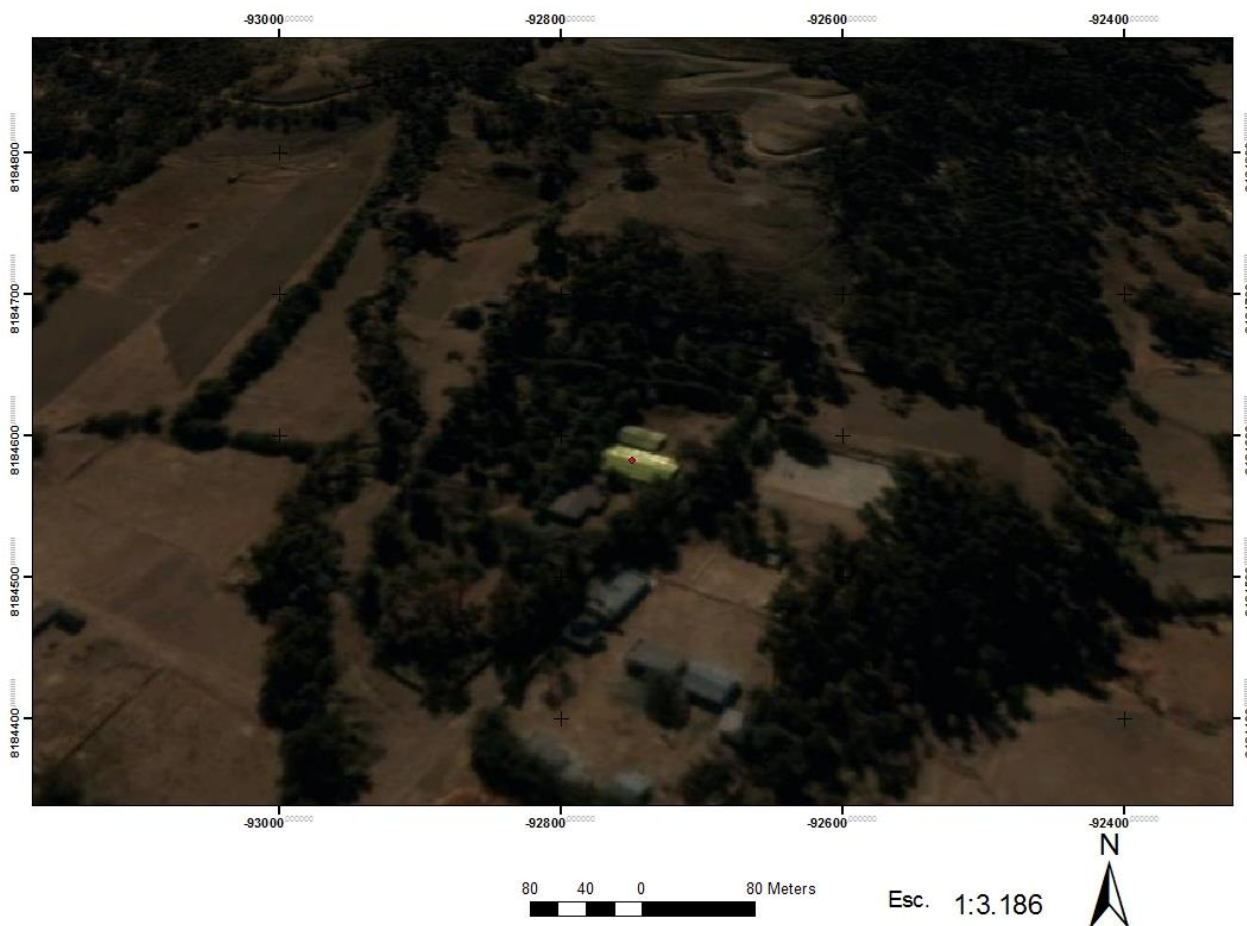
Fuente: elaboración propia con base en imagen satelital google earth(2011)

El presente estudio se lo desarrolló en los predios del vivero forestal de la comunidad de Huancané, perteneciente al cantón del mismo nombre. Dicha comunidad se encuentra en el Municipio de Batallas de la provincia de Los Andes.

Huancané está localizado al noreste del departamento de La Paz, a una distancia aproximada de 58 Km. de la ciudad de El Alto a través de la carretera asfaltada La Paz – Copacabana.

El área de estudio se encuentra a una altitud media de 3870 m.s.n.m., con Latitud sur: entre los paralelos 16° 00' y 16° 21'57", Longitud Oeste: entre los paralelos 68° 13' 15" y 68° 4'54".

Figura N° 3: Vivero Forestal



Fuente: elaboración propia con base en imagen satelital google earth(2011)

El vivero de la comunidad ocupa aproximadamente 1 hectárea de superficie, siendo una de las más grandes de la zona del lago del lado territorial boliviano.

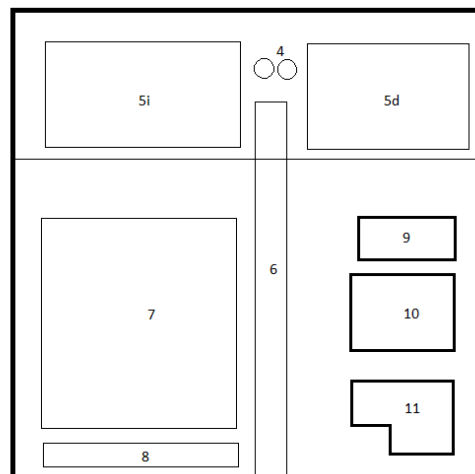
Como se muestra a continuación este vivero cuenta con todas las áreas de producción necesarias para plantines forestales, pero sin un riego auto tecnificado:

Figura N° 4: Croquis del vivero

1

3

2



1	Vertiente
2	Estanque de recepción vertiente 1
3	Pozo
4	Tanques de almacenamiento
5i	Platabandas con semisombra
5d	Platabandas con semisombra
6	Camino
7	Platabandas sin semisombra
8	Almacigueras con semisombra
9	Carpa de almacigo
10	Carpa de crecimiento
11	Cuarto de Herramientas

Fuente: elaboración propia

4.2. Características de la Zona

4.2.1. Clima

Según el SENAMHI (2011), de la estación meteorológica de Huarina, el municipio de Batallas presenta una temperatura máxima de 16.6°C y una mínima de - 4.3 °C, que se presentan en los meses de mayo hasta agosto, con una temperatura promedio de 8 °C. La comunidad de Huancané presenta un clima frío pero más húmedo debido a la influencia del lago Titikaka que actúa como termorregulador ambiental, existiendo una evaporación de sus aguas generando un clima mucho mejor que en las zonas altas. Las precipitaciones se presentan del mes de Diciembre a Marzo, llegando a una media máxima de 111.3 mm.

4.2.1.1. Riesgos climáticos

Con un comportamiento de los vientos variable debido a las tres zonas climáticas; en las zonas altas, por la ubicación de las cordilleras los vientos son más fuertes en comparación a las Zonas Centro y Baja.

Las heladas y la pérdida de cosechas son más frecuentes en las zonas altas por su cercanía a la cordillera incrementándose el número de días con helada en esta región

Las sequías son más frecuentes en el mes de Julio, época de invierno, por la falta de lluvias.

En los periodos lluviosos el peligro de perder la cosecha es mayor, por una posible inundación o granizadas fuertes. (PDM Batallas, 2006-2010)

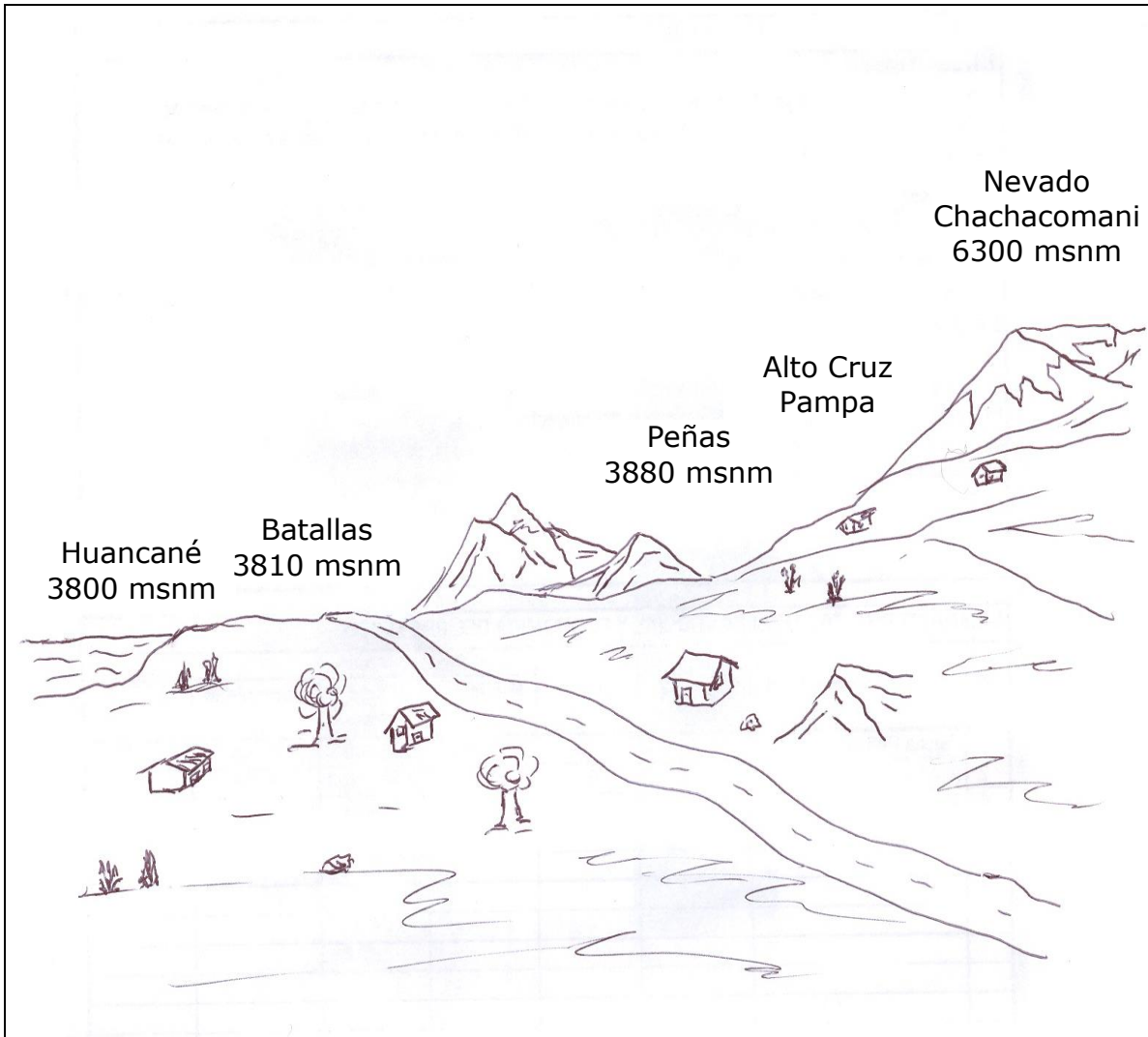
4.2.2. Ecología de la Zona

El cantón de Huancané, pertenece al Piso ecológico de la Puna, localizado en el área de influencia del lago Titicaca entre los 3.810 m.s.n.m. hasta los 3.850 m.s.n.m.; las pendientes van de planas o casi planas con ligeras inclinaciones, el clima es húmedo con una gradiente con niveles mayores en las orillas del lago y menores en la región colindante con el piso de la Puna; donde la vegetación es más diversa predominando hierbas como el reloj reloj, chijis, cebadilla, pasto pluma, totora, etc. que favorecen la crianza de ganado vacuno. (PDM Batallas, 2006-2010).

4.2.2.1. Topografía

En la comunidad existen colinas con pendientes de 10 a 40 %, en la llanura por la parte baja presenta pendientes de 2 – 5% y con colinas aisladas.

Figura N° 5: Transepto altitudinal del municipio de Batallas



Fuente: PDM Batallas, (2006-2010).

4.2.3. Características Edafológicas

Los suelos de las serranías son moderadamente profundos con rocosidad superficial, Textura franco arcillosa y clasificados como cambisoles y regosoles; en la Zona Baja existe la predominancia de planicies con textura franco arenoso a arcillosos. (PDM Batallas, 2006-2010).

4.2.3.1. Suelos

Los suelos de las zonas altas, son muy superficiales a superficiales con textura franco arenosas con alta predominancia de grava, se puede observar erosión laminar y cárcavas; los suelos se clasifican como cambisoles y lixisoles, leptosoles, e histosoles.

Los suelos de las serranías son moderadamente profundos con rocosidad superficial, una textura franco arcillosa y clasificados como cambisoles y regosoles

En las zonas bajas existe la predominancia de planicies con una textura franco arenosa a arcillosas. (PDM Batallas, 2006-2010).

4.2.3.2. Zonas y grados de erosión

La pérdida de suelos en el municipio es debido a la falta de cobertura vegetal en los suelos, los factores incidentes en este aspecto son:

- El sobre-pastoreo, por el incremento la población ganadera por unidad de superficie.
- Fraccionamiento de la tierra (menor superficie por familia).
- Pérdida de las áreas de pastoreo por degradación de los suelos.
- Mal manejo (quemadas, extracción para leña de arbustos, etc.)
- Reducción del periodo de descanso.
- Cambio del uso de la tierra.

Fuente: (PDM Batallas, 2006-2010).

4.2.4. Recursos forestales

La presencia de especies forestales y arbustivas es mínima; en las zonas altas existen especies introducidas como: eucalipto, pino, quisuaras, quíñua, piacuya y cipres; en las zonas bajas hay una mayor cobertura vegetal compuesta por: eucalipto, álamo, pino radiata, Cipres y Sauce, además de las especies nativas como: Kiswara, Keñua, t'ola fogonero y Surpo t'ola. (PDM Batallas, 2006-2010).

5. MATERIALES Y METODOS

5.1. Materiales

5.1.1. Material Biológico

En el presente estudio se utilizarán 450 estacas de álamo (*Populus balsamifera* L.) de plantas madres (clones) los mismos que presentaran las siguientes características: cada estaca contara con 5 yemas axilares y una longitud de entre 15 a 20 cm.

5.1.2. Materiales de campo

- Cámara fotográfica
- Recipientes de plástico
- tijeras de podar
- palas medianas
- palas jardineras
- arena
- turba
- tierra agrícola
- bolsas de polietileno
- baldes
- Vernier
- Estiletos
- Formol
- enraizador químico (rootone)
- rastrillo
- estacas de madera
- Wincha métrica
- Regla graduada
- picotas
- cernidores de alambre tejido
- tierra negra
- abono de bovino
- picotas
- ph-metro
- manguera
- cal
- Balanza
- carretilla
- hilo
- Marbetes
- Termómetro
- Balde de 8 lt. Graduados
- Etiquetas de identificación y alfileres
- Balde de 8 lt. Graduados
- Cuaderno de campo
-

5.1.3. Materiales de gabinete

- Resultados de talleres participativos
- Planillas de registro
- Software
 - Arc GIS 9
 - SAS 9.2
 - Microsoft Word 2010
 - Microsoft Excel 2010
 - Microsoft Power Point 2010

5.2. Metodología

La metodología seguida se divide en tres partes importantes: la fase de trabajo en campo, la fase de trabajo en laboratorio y la fase de trabajo en gabinete, las cuales se describen a continuación.

5.2.1. Fase de trabajo en campo

5.2.1.1. Procedimiento experimental

i. Instalación y trazado en el vivero

El experimento se lo realizó dentro de una carpa solar en la cual se hará distribución de los tratamientos según el diseño establecido. Previo a esta labor se realizó la tarea de limpieza y nivelado del terreno.

ii. Mezcla y preparación de los sustratos

La preparación de los tres tipos de sustratos se realizó de la siguiente manera:

- a.** Primero se cernieron los materiales base para la mezcla de los tres sustratos, es decir, arena fina y tierra del lugar según lo calculado para cada tratamiento.
- b.** Como segundo paso se prosiguió con el desmenuzando del estiércol de bovino y turba para luego cernirlos en las cantidades ya calculadas.
- c.** La tierra micorrizada se la recolectó de los alrededores del vivero hasta conseguir lo

calculado para el tratamiento.

d. Finalmente se realizó la mezcla de todos los materiales tomando en cuenta la cantidad exacta por cada tratamiento.

Gutiérrez, H. (1998) recomienda que un buen sustrato para utilizarlo en la propagación de estacas de álamo tiene que tener: tierra corriente, compost y arena en una proporción de 6:3:2. Para el presente experimento el compost es el que varía cambiando por abono de bovino, turba y tierra micorrizada.

iii. Desinfección del sustrato

Con el objetivo de prevenir enfermedades como el Damping-off, se desinfectó el sustrato de cada tratamiento para lo cual se realizó utilizando formol comercial al 40%, diluido de 5 a 10% o sea agregando 50 a 100 ml de formol a una regadera con 10 litros de agua limpia, utilizada para 1m² de almacigo o 3 regaderas por m³ de sustrato.

El procedimiento fué el siguiente:

a. En las mismas bandejas, se aplicó la solución de agua y formol procurando que se introduzca lo más profundo; luego se tapó con polietileno herméticamente, para evitar la entrada de aire para que no escapen los gases que son los que desinfectan matando a los hongos y bacterias.

b. Después de 48 horas se destapó y se dejó por otras 48 horas al aire libre para que por medio del aireamiento haya la dispersión de los gases de formol.

iv. Delimitación de los tratamientos

Para la distribución y delimitación de los tratamientos se realizó la medición con la ayuda de una cinta métrica para la estructuración del área a utilizar en la tesis que constará de 9 unidades experimentales de 0.78 m² cada unidad. Una vez delimitadas las áreas que ocuparon cada tratamiento se procedió al embolsado utilizando bolsas negras de polietileno de 70 micrones de 12 cm. de ancho por 17 cm. altura perforadas en la base.

v. Recolección de estacas

Las estacas de álamo fueron recolectadas de la misma comunidad y de comunidades

cercanas, teniendo cuidado de observar que las plantas madres presenten buenas condiciones morfológicas y además que las mismas no presenten daños por plagas u otros.

Según Cañaviri, E (2007) indica que, el corte de las estacas se debe realizar a primeras horas de la mañana de 6 a 9 a.m. Para esta recolección se tomara en cuenta que sean yemas terminales y transversales sombreadas, que no presenten lesiones y enfermedades ni sobre salgan de las demás exageradamente. El número de yemas axilares, fué de 5 a 8, con un tallo por debajo de 20 y 40 cm.

vi. Plantado de estacas

Se hizo la estimulación de enraizamiento utilizando el enraizador químico (rootone) su forma de preparación consta en remojar la parte inferior de las estacas introduciendo de 3 a 4 cm. en el enraizador durante 48 horas para luego ser secadas bajo sombra durante 24 horas, la solución consta de 5cc de enraizador para 1 litro de agua para 100-200 estacas. Después de este procedimiento recién se podrá realizar el plantado de las estacas introduciendo 5 cm. o 2 yemas axilares de la parte basal al sustrato.

vii. Análisis del sustrato

Se tomaron muestras de los sustratos utilizados para cada tratamiento para hacer un análisis químico y así poder determinar los componentes químicos antes del plantado y después del mismo. Con los datos obtenidos se obtuvieron datos acerca de las exigencias nutricionales de las estacas de álamo.

viii. Riego

Es la fase más importante para el enraizamiento y crecimiento de las estacas ya que requirió de un riego constante que ayudó a disponer de una humedad saturada de hasta un 99% para mantener turgentes las células de los tejidos foliares. El riego constante duró 30 días para ayudar a la formación de raíces. Pasado los 30 días de riego constante se pasó a realizar un riego normal intercalado cada cinco días por un periodo de 90 días, hasta obtener el plantin listo para la plantación definitiva, dependiendo las condiciones ambientales.

ix. Mediciones y observaciones

Las mediciones realizadas para la variable de porcentaje de prendimiento como también de las demás variables de respuesta se lo realizó en un rango de cada 10 días desde la plantación de estacas en los diferentes sustratos, hasta antes de la plantación definitiva (100 días) obteniendo así un total 10 mediciones.

5.2.2. Diseño experimental

Durante la etapa de experimentación se empleó el diseño completamente al azar (DCA) en el cual se probó 3 tratamientos con diferentes sustratos con 3 repeticiones cada uno obteniendo un total de 9 unidades experimentales.

a. Modelo lineal aditivo

$$X_{ij} = \mu + \alpha_i + E_{ij}$$

Dónde:

X_{ij} = Una observación cualquiera

μ = Media general

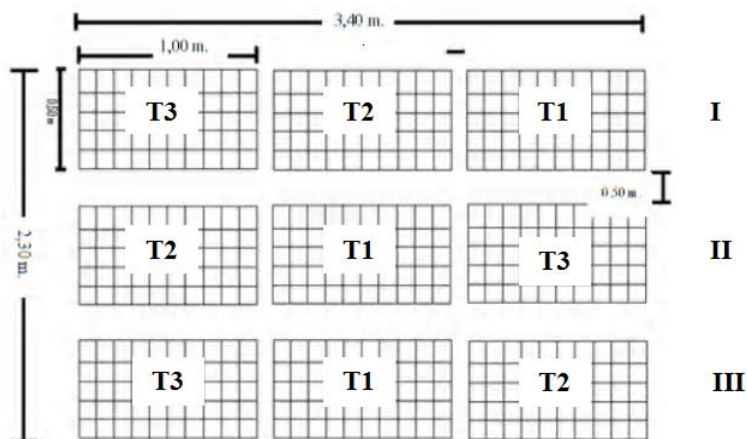
α_i = Efecto del i - esimo tratamiento

E_{ij} = Error experimental

5.2.2.1. Croquis experimental

Se tuvieron 9 unidades experimentales, cada subunidad está compuesta por 50 unidades y cada una unidad experimental midió 0,78 m².

Figura N° 6: Croquis experimental dentro la carpa de investigación



b. Tratamientos:

T1 = sustrato a base de tierra micorrizada

T2 = sustrato a base de estiércol de bovino

T3 = sustrato a base de turba

5.2.3. Variables de respuesta

Los parámetros de evaluación que se observaron en el desarrollo del experimento son:

5.2.3.1. Porcentaje de prendimiento de las estacas de álamo

Se determinó el porcentaje de plantas vivas por tratamiento, hasta que no existió la variación entre mediciones y se tuvo un porcentaje de prendimiento definitivo.

5.2.3.2. Días de brotación

Se tomó en cuenta el tiempo transcurrido desde el primer día del plantado de los esquejes, hasta el 50% o más de las estacas que estuvieron prendidas y hayan emitido sus primeros brotes; este fué el punto de partida para comenzar las evaluaciones hasta el 100 % de los esquejes prendidos o hubiesen emitido sus brotes foliares.

5.2.3.3. Diámetro del tallo

Se realizó el seguimiento minucioso del crecimiento y diámetro del tallo expresado en centímetros.

5.2.3.4. Numero de hojas

Se realizó el conteo de las nuevas hojas de las estacas de forma manual quincenalmente de cada una de las muestras.

5.2.3.5. Análisis Químico y Físico de los sustratos

Se realizó un análisis de los 3 sustratos utilizados antes y después de la plantación de las estacas de álamo para determinar que minerales han sido utilizados por las estacas para su crecimiento.

6. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados obtenidos en la presente investigación se procesaron de acuerdo a las variables de respuesta, en las etapas de desarrollo de las estacas:

6.1. Porcentaje de prendimiento de estacas

Cuadro N° 1: Análisis de varianza para el número de ramas en estacas

Fuente de variación	gl	10 días	20 días	30 días
Modelo	2	0,0792 NS	0,0792 NS	0,0062 **
Error	6			
Total corregido	8			
CV		6,52	6,52	7,78

* = Significativo

** = Altamente significativo

NS = No significativo

En el Cuadro 1, se observa que en las diferentes fechas de evaluación, los tratamientos estudiados presentan diferencias estadísticas no significativas hasta los 20 días luego del plantado. A los 30 días presentó diferencias altamente significativas, por lo que para esta fecha se rechaza la hipótesis nula, pudiendo afirmar que los fertilizantes orgánicos son absorbidos y adsorbidos por las estacas, con mayor fuerza, a un mes de su plantación, ayudando al prendimiento de estas.

El coeficiente de variación estuvo en una media de 6,94, el cual expresa un grado de confiabilidad, con una valoración excelente de toma de datos.

Cuadro N° 2: Prueba de comparación de medias Duncan (longitud de ramas)

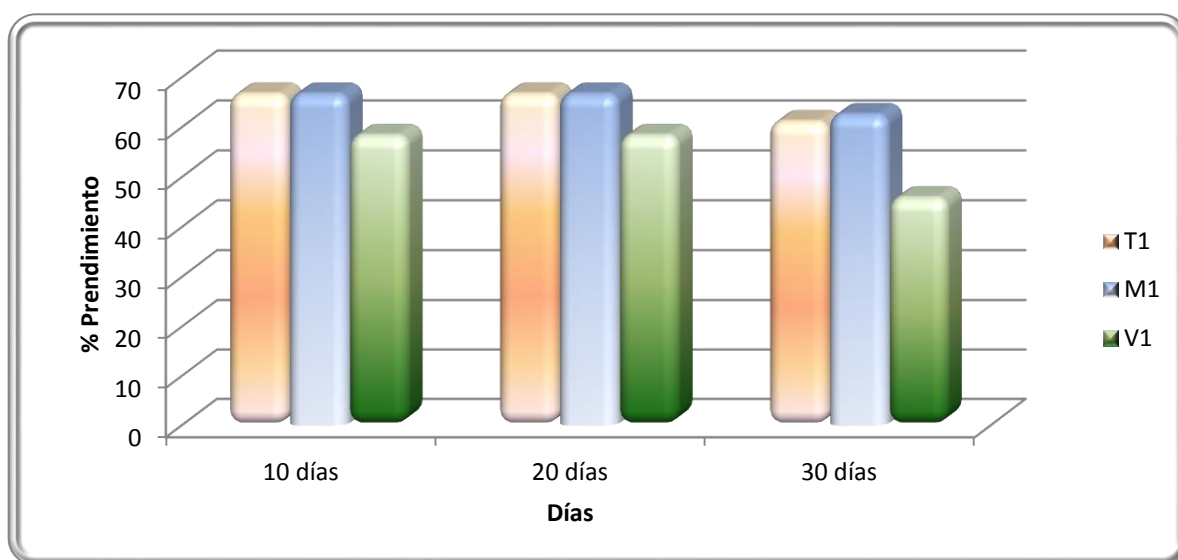
10 días	20 días	30 días
T1= 66,64 A	T1= 66,64 A	T1= 61,11 A
M1= 66,63 A	M1= 66,63 A	M1= 62,50 A
V1= 58,33 A	V1= 58,33 A	V1= 45,83 B

Según el Cuadro 3, la prueba Duncan, a un nivel de significancia del 5 por ciento para el porcentaje de estacas prendidas en esquejes de álamo a los 10 días se observó que los sustratos con turba, tierra micorrizada y estiércol bovino con 66,64 %, 66,63 % y 58,33 % respectivamente de prendimiento tuvieron diferencias no significativas entre los tratamientos, los cuales no influyeron en el prendimiento de las estacas.

Similar resultado se presentó en la evaluación de las estacas de álamo a los 20 días.

En la tercera evaluación (30 días) se pudo observar dos grupos bien diferenciados estadísticamente donde fueron superiores significativamente los sustratos con turba y tierra micorrizada con 61,11 % y 62,50 % de prendimiento frente al sustrato con estiércol bovino de 45,83 % de prendimiento en los esquejes.

Figura N° 7: Conducta del porcentaje de prendimiento vs los días



Como se observa en la figura 7 mediante las pruebas Duncan, a un nivel de significancia del 5 por ciento en los tratamientos, estadísticamente fueron similares, donde los esquejes alcanzaron un porcentaje en prendimiento superior al 50 %, afirmando que el prendimiento más que todo se debió al factor genético y no por los sustratos aplicados.

6.2. Número de ramas

En el Cuadro 3, muestra que el análisis de varianza con respecto al número de ramas

obtuvieron diferencias no significativas con la aplicación de los diferentes sustratos orgánicos, lo cual nos indica que no todas las concentraciones tuvieron el mismo efecto en los esquejes de álamo.

Cuadro N° 3: Análisis de varianza para el número de ramas en estacas

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-valor	Pr > F	
Modelo	2	0,8333	0,0417	1,00	0,3847	NS
Error	21	0,8750	0,0417			
Total corregido	23	0,9583				

R-cuadrado	CV	Raíz MSE	y Media
0,0869	19,5959	0,2041	1,0417

* = Significativo

** = Altamente significativo

NS = No significativo

Se afirma que los sustratos no influyen de manera directa en el desarrollo de ramas. El coeficiente de variación estuvo en 19,59 %, debajo del 30% estando los valores dentro del rango de confiabilidad, con una valoración buena de toma de datos.

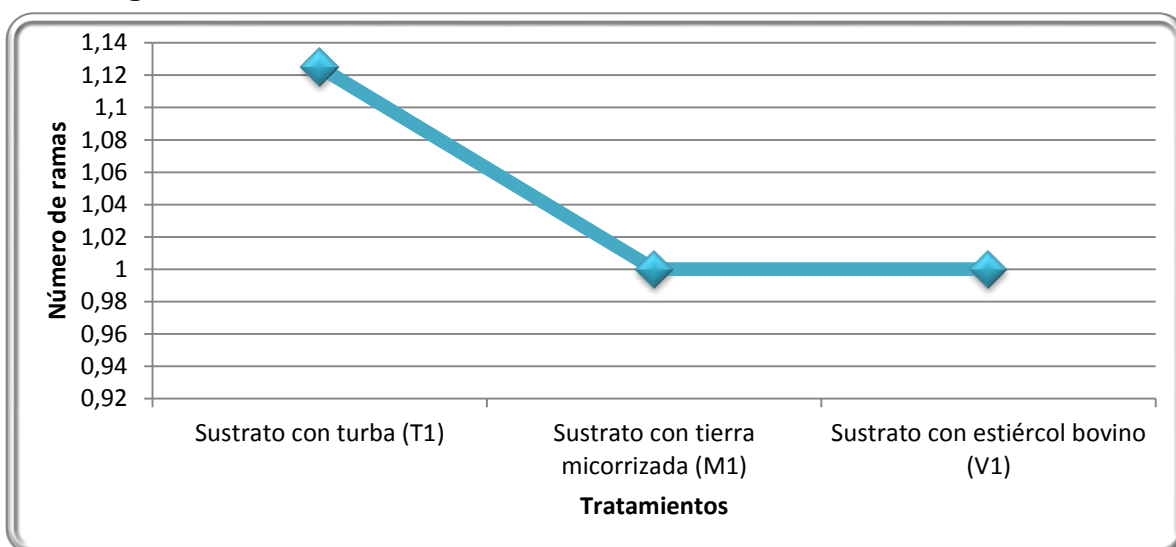
Cuadro N° 4: Prueba de comparación de medias Duncan (número de ramas)

Tratamiento	Media	Agrupamiento Duncan
Sustrato con turba (T1)	1,1250	A
Sustrato con tierra micorrizada (M1)	1,0000	A
Sustrato con estiércol bovino (V1)	1,0000	A

En la comparación de medias, por las pruebas Duncan, a un nivel de significancia del 5 por ciento (Cuadro 4), fueron estadísticamente similares, quedándose las combinaciones de sustratos de turba, tierra micorrizada y estiércol bovino con 1,12, 1 y 1 brotes respectivamente rezagados en el crecimiento y desarrollo de ramas.

Esto es debido al efecto que los sustratos tuvieron en estimular el desarrollo radicular en las estacas y no los brotes a un principio de la investigación, permitiendo luego la normal circulación de la sabia bruta y elaborada, que estimulan el desarrollo vegetativo.

Figura N° 8: Conducta de los tratamientos vs el número de ramas



A pesar de las diferencias no significativas en el efecto de los sustratos para el desarrollo de ramas en las estacas, se puede observar en la figura anterior el comportamiento de cada uno, llegando a conocer que el sustrato con turba obtuvo mayores números de ramas que los otros.

6.3. Número de hojas

El Cuadro 5, nos muestra que existen diferencias altamente significativas en el número de hojas con la aplicación de las combinaciones de sustratos.

Se afirma que los sustratos si influyen de manera directa en el desarrollo de nuevas hojas, esto más que todo debido a que en la turba, tierra micorrizada y sobre todo el

estiércol bovino existe la presencia de nitrógeno, el cual ayuda al desarrollo vegetativo.

Cuadro N° 5: Análisis de varianza para el número de hojas en estacas

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-valor	Pr > F	
Modelo	2	4,0000	2,0000	9,33	0,0013	**
Error	21	4,5000	0,2143			
Total corregido	23	8,5000				

R-cuadrado	CV	Raíz MSE	y Media
0,4706	14,2434	0,4629	3,2500

* = Significativo

** = Altamente significativo

NS = No significativo

El coeficiente de variación tuvo un valor de 14,24 %, estando los valores dentro del rango de confiabilidad, con una valoración muy buena de toma de datos.

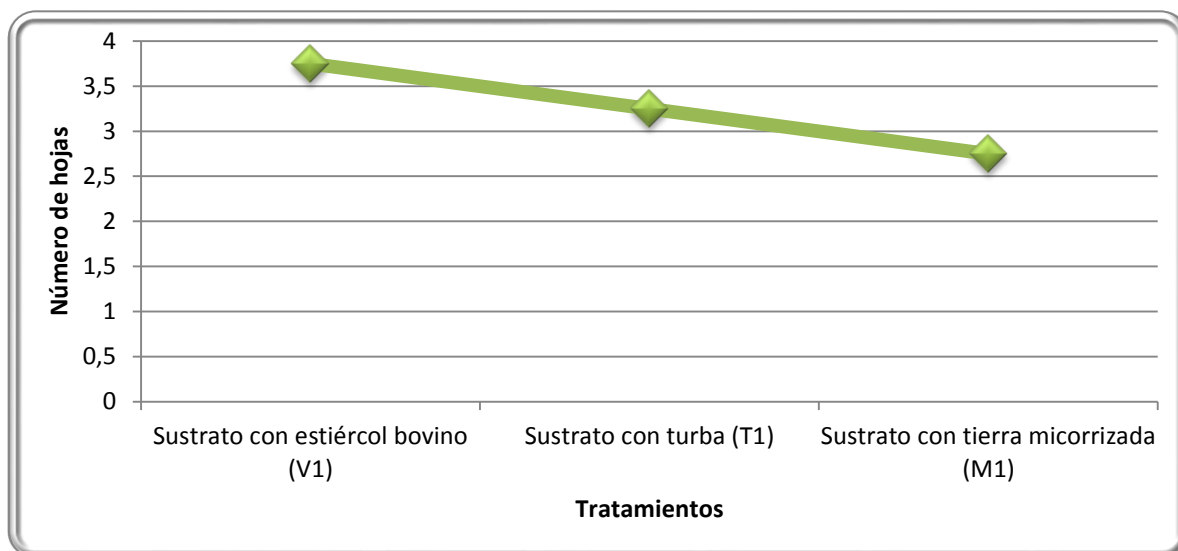
Cuadro N° 6: Prueba de comparación de medias Duncan (número de hojas)

Tratamiento	Media	Agrupamiento Duncan
Sustrato con estiércol bovino (V1)	3,7500	A
Sustrato con turba (T1)	3,2500	B
Sustrato con tierra micorrizada (M1)	2,7500	C

En la comparación de medias por las pruebas Duncan al 5% (Cuadro 6), se pudo observar tres grupos con diferencias significativas, donde el mayor número de hojas se la obtuvo con el sustrato con estiércol bovino con 4 hojas; seguidamente del sustrato

con turba con 3,25 hojas y por último el sustrato con tierra micorrizada con 2,75 hojas.

Figura N° 9: Conducta de los tratamientos vs el número de hojas



En la Figura 9 se puede observar, que el número de hojas producidas por los esquejes de sustratos con estiércol bovino fueron superiores numéricamente, llegando a 4 hojas frente a los sustratos con turba y tierra micorrizada, llegando a 3 hojas cada uno, esta tendencia se mantuvo hasta el final de la evaluación.

Hubo un efecto favorable en el desarrollo foliar debido al tratamiento en el empleo de estiércol bovino, que favorecieron en la formación de hojas debido al efecto que tiene el nitrógeno en el desarrollo de nuevas hojas y su alta presencia en este fertilizante orgánico.

6.4. Diámetro de ramas

El Cuadro 7, nos muestra que existen diferencias significativas en el diámetro de ramas con la aplicación de las combinaciones de sustratos.

Se afirma que los sustratos si influyen de manera directa en el desarrollo del diámetro de ramas, ayudando al desarrollo vegetativo.

Cuadro N° 7: Análisis de varianza para el diámetro de ramas en estacas

Fuente	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-valor	Pr > F	
Modelo	2	0,0010	0,0005	4,78	0,0195	*
Error	21	0,0023	0,0001			
Total corregido	23	0,0034				

R-cuadrado	CV	Raíz MSE y Media
0,3128	4,7647	0,0105 0,2208

* = Significativo
 ** = Altamente significativo
 NS = No significativo

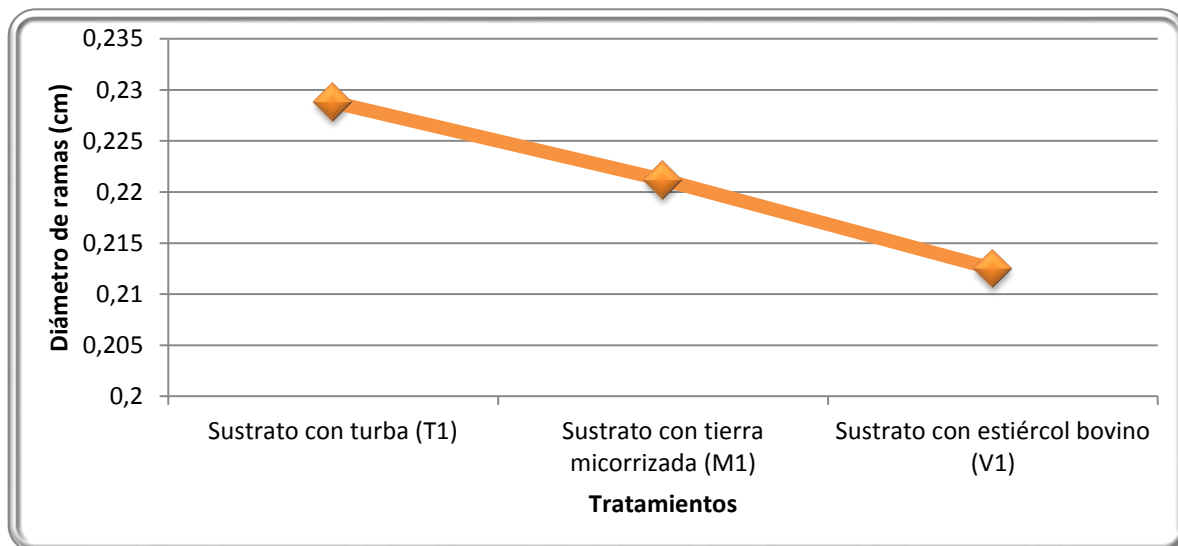
El coeficiente de variación tuvo un valor de 4,76 %, estando los valores dentro del rango de confiabilidad, con una valoración excelente de toma de datos.

Cuadro N° 8: Prueba de comparación de medias Duncan (diámetro de ramas)

Tratamiento	Media	Agrupamiento Duncan	
Sustrato con turba (T1)	0,2288	A	
Sustrato con tierra micorrizada (M1)	0,2212	A	B
Sustrato con estiércol bovino (V1)	0,2125		B

En la comparación de medias por las pruebas Duncan al 5% (Cuadro 8), se pudo observar dos grupos con diferencias significativas, donde el mayor diámetro de ramas se la obtuvo con el sustrato con turba con una media de 0,23 cm; seguidamente del sustrato con tierra micorrizada con 0,22 cm y por último el sustrato con estiércol bovino con 0,21 cm.

Figura N° 10: Conducta de los tratamientos vs el diámetro de ramas



En la Figura 10 se puede observar, que el diámetro de ramas de los esquejes de sustratos con turba fueron superiores numéricamente frente a los sustratos con estiércol bovino y tierra micorrizada, esta tendencia se mantuvo hasta el final de la evaluación.

6.5. Longitud de ramas

En el Cuadro 9, se observa que en las diferentes combinaciones de sustratos orgánicos, existieron efectos altamente significativos en el crecimiento de la longitud de ramas.

Cuadro N° 9: Análisis de varianza para la longitud de ramas en estacas

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-valor	Pr > F	
Modelo	2	1,3908	0,6954	11,92	0,0003	**
Error	21	1,2247	0,0583			
Total corregido	23	2,6155				

R-cuadrado	CV	Raíz MSE	y Media
0,5318	25,1879	0,2415	0,9588

* = Significativo

** = Altamente significativo

NS = No significativo

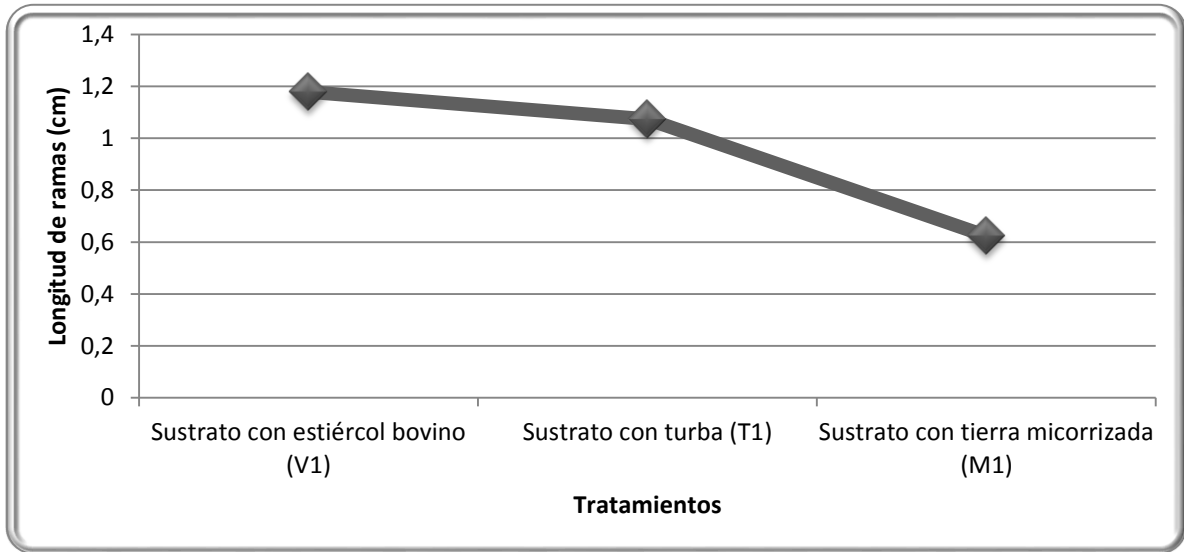
El coeficiente de variación tuvo un valor de 25,19 %, estando los valores dentro del rango de confiabilidad, con una valoración regular de toma de datos.

Cuadro N° 10: Prueba de comparación de medias Duncan (longitud de ramas)

Tratamiento	Media	Agrupamiento Duncan
Sustrato con estiércol bovino (V1)	1,1788	A
Sustrato con turba (T1)	1,0738	A
Sustrato con tierra micorrizada (M1)	0,6238	B

En la prueba Duncan a una significancia del 5 % (Cuadro 10), con los sustratos con estiércol bovino y con turba se establece igualdad estadística en la longitud de ramas con una media de 1,18 cm y 1,07 cm respectivamente con una diferencia significativa con el sustrato con tierra micorrizada que obtuvo 0,62 cm.

Figura N° 11: Conducta de los tratamientos vs la longitud de ramas



En la Figura 11 se puede observar, que la longitud de ramas de los esquejes de sustratos con estiércol bovino y con turba fueron superiores numéricamente frente al sustrato con tierra micorrizada, esta tendencia se mantuvo hasta el final de la evaluación.

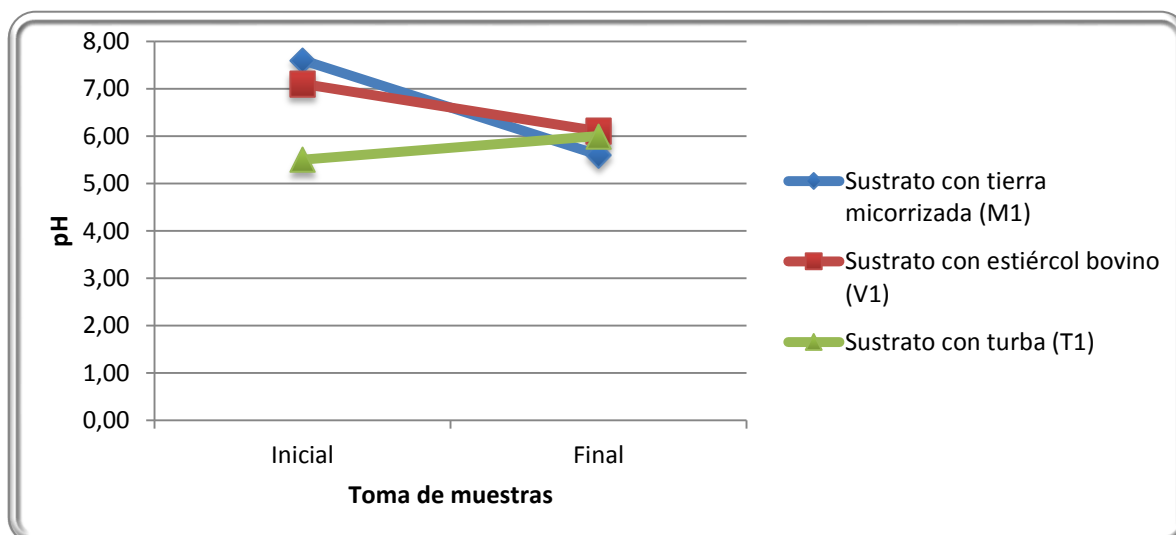
6.6. Análisis de suelos

En laboratorio se hizo el análisis químico de las muestras de suelo, obtenidos al azar del área de estudio, del cual se tomó 1 muestra de cada tratamiento al inicio y a la culminación del mismo, del cual se obtuvo los siguientes resultados:

Cuadro N° 11: Resultados de la determinación del pH acuoso

Ph acuoso	Inicial	Final
Sustrato con tierra micorrizada (M1)	7,60	5,60
Sustrato con estiércol bovino (V1)	7,10	6,10
Sustrato con turba (T1)	5,50	6,00

Figura N° 12: Conducta de la toma de muestras de inicio a final con el pH

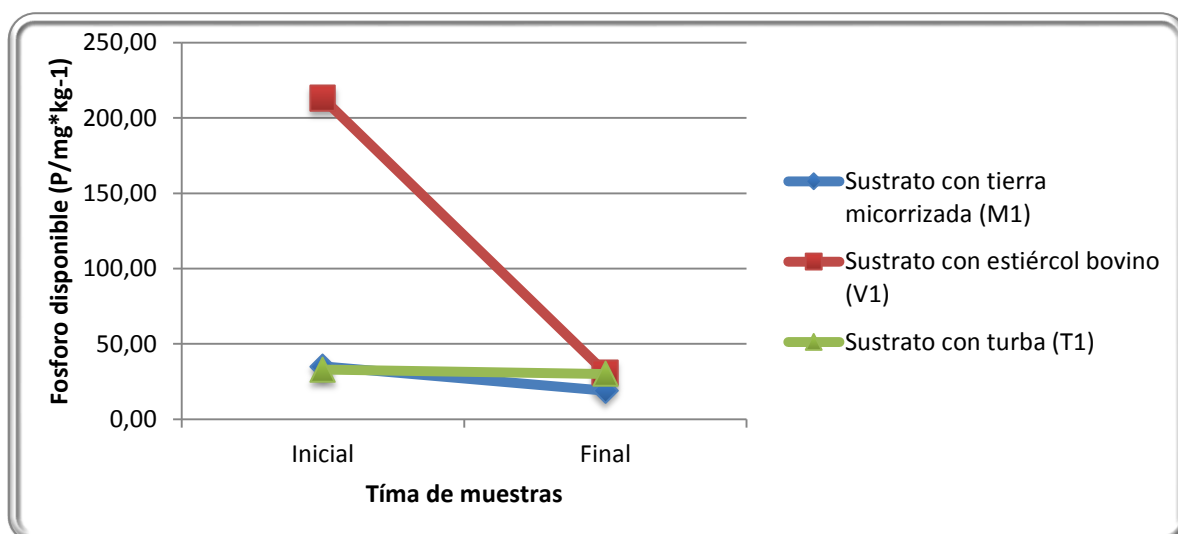


En el cuadro 11, figura 12 podemos observar que el sustrato con tierra micorrizada (M1), al inicio de la investigación presenta un pH básico de 7,6; esto debido a las micorrizas presentes, el cual al final del estudio por el riego constante aplicado baja a 5,6; llegando a un pH ácido.

Cuadro N° 12: Resultados de la determinación del fósforo disponible

Fósforo disponible (P/mg+kg-1)	Inicial	Final
Sustrato con tierra micorrizada (M1)	35,00	19,00
Sustrato con estiércol bovino (V1)	213,00	31,00
Sustrato con turba (T1)	33,00	30,00

Figura N° 13: Conducta de la toma de muestras de inicio a final con el fósforo disponible



En el cuadro 12 y figura 13 se puede observar el comportamiento que tuvo el fósforo disponible de inicio a fin, donde el sustrato con estiércol de bovino (V1), disminuyó de 213 a 31 P/mg+kg-1. Posteriormente el sustrato con turba (T1) presentó una disminución mínima de 33 a 30 P/mg+kg-1 por último el sustrato con tierra micorrizada bajó de 35 a 19 P/mg+kg-1.

El estiércol de bovino presenta un alto contenido de N P K, del cual la planta absorbió fósforo en gran cantidad para su desarrollo vegetativo.

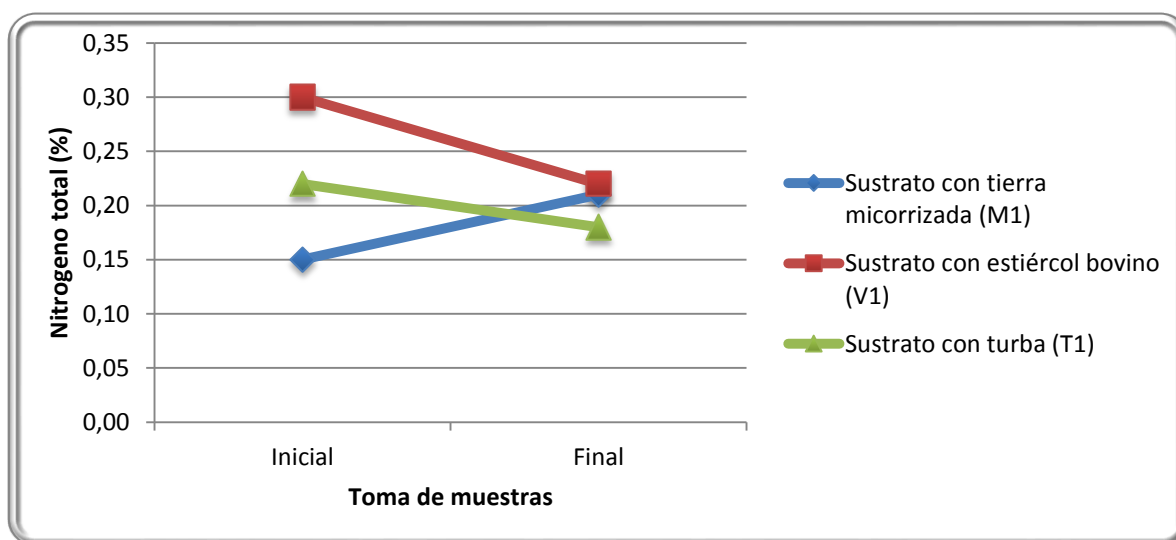
La turba como sustrato neutro, que tiene un efecto de esponja, el cual absorbe que esta

a su alrededor; lo más probable es que el poco fósforo disponible en esta turba haya sido obtenido de otra fuente, todo nutriente mineral

Cuadro N° 13: Resultados de la determinación del nitrógeno total

Nitrógeno total (%)	Inicial	Final
Sustrato con tierra micorrizada (M1)	0,15	0,21
Sustrato con estiércol bovino (V1)	0,30	0,22
Sustrato con turba (T1)	0,22	0,18

Figura N° 14: Conducta de la toma de muestras de inicio a final con el nitrógeno total



En el cuadro 13 y figura 14 se puede observar el comportamiento que tuvo el nitrógeno disponible de inicio a fin, donde el sustrato con estiércol de bovino (V1), disminuyó de 0,30 a 0,22 %. Posteriormente el sustrato con turba (T1) presentó una disminución mínima de 0,22 a 0,18 %, por último el sustrato con tierra micorrizada aumenta de 0,15 a 0,21 % a su alrededor.

El nitrógeno en el estiércol de bovino presentó una baja esquilación debido a que este

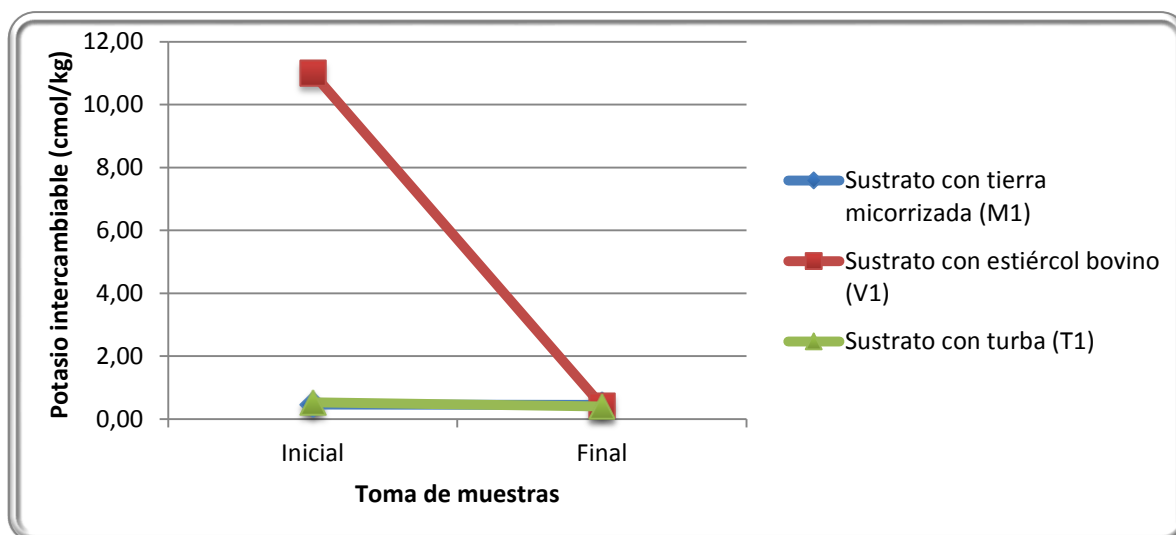
estiércol utilizado, como en todo el altiplano boliviano es de mala calidad y la mayoría del nitrógeno original se volatiliza en pocos días a campo abierto.

El sustrato con tierra micorrizada aumenta debido al riego constante que eleva la humedad, el cual desarrolla la actividad de las micorrizas multiplicándolas habiendo más nitrógeno total disponible para el desarrollo vegetativo de la planta.

Cuadro N° 14: Resultados de la determinación del potasio intercambiable

Potasio intercambiable (cmolc/kg)	Inicial	Final
Sustrato con tierra micorrizada (M1)	0,46	0,45
Sustrato con estiércol bovino (V1)	11,00	0,42
Sustrato con turba (T1)	0,53	0,40

Figura N° 15: Conducta de la toma de muestras de inicio a final con el potasio intercambiable



En el cuadro 14 y figura 15 se puede observar el comportamiento que tuvo el potasio disponible de inicio a fin, donde el sustrato con estiércol de bovino (V1), disminuyo de 11 a 0.42 cmolc/kg. Posteriormente el sustrato con turba (T1) presento una disminución

de 0,53 a 0,40 cmolc/kg, por último el sustrato con tierra micorrizada baja de 0,46 a 0,45 cmolc/kg.

6.7. Análisis económico

El análisis económico se realizó para obtener el mayor Beneficio/ Costo, y la mayor rentabilidad económica de los 3 tratamientos estudiados, con la aplicación de estiércol de bovino, turba y tierra micorrizada en los sustratos para la producción de álamo, y así respaldar el presente trabajo y recomendar a los productores como una alternativa de producción.

El análisis se realizó con los costos de, insumos, mano de obra, comercialización de plantines. El Cuadro 15, nos muestra los resultados de los diferentes tratamientos, donde el sustrato con estiércol bovino dió un Beneficio / Costo de 2.28 Bs, el cual es el mayor resultado, seguido del tratamiento con turba dando 2,25 Bs y por ultimo está el sustrato con tierra micorrizada que dio 2,05 Bs.

El conseguir tierra micorrizada aumenta los costos a diferencia del precio de la turba que es relativamente barato, pero este es un sustrato el cual no aporta muchos nutrientes al suelo a comparación del estiércol bovino que, a pesar de ser de mala calidad en el lugar, es rico en nutrientes.

Cuadro 15: Beneficio costo en la producción de plantines de álamo

Tratamiento	Beneficio Neto	Costo total	B/C
T1	2,08	0,92	2,25
M1	2,02	0,98	2,05
V1	2,09	0,91	2,28

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se llegó a las siguientes conclusiones:

- Los diferentes sustratos aplicados no tuvieron efectos significativos en el porcentaje de prendimiento hasta los treinta días después de la plantación, donde luego de este periodo se encontró que los sustratos que dieron mejores resultados para esta variable son el con tierra micorrizada y turba.
- Se encontró que para obtener un número mayor de ramas en las estacas los tres sustratos en investigación no son significativos, es decir que no tiene efecto en esta variable.
- Para el número de hojas se encontró que los tres tratamientos tuvieron un efecto altamente significativo, donde el sustrato con estiércol de bovino tuvo mayor resultado, esto debido a su alto contenido de nitrógeno.
- En cuanto al diámetro de ramas se puede evidenciar que los tratamiento tuvieron un efecto significativo, donde el sustrato con turba tuvo un mayor resultado para esta variable.
- La variable longitud de ramas tuvo un efecto altamente significativo, encontrando al sustrato con estiércol de bovino con mejores resultados.
- Los análisis de suelos nos dieron a conocer que : el pH se vuelve ácido debido al riego constante aplicado; el estiércol bovino tiene una riqueza en fósforo y potasio ayudando de gran manera al desarrollo vegetativo de las estacas de álamo; esto mismo ocurre con la cantidad de nitrógeno encontrado, pero a diferencia que hubo un incremento en este último elemento debido a la tierra micorrizada.
- Realizado el respectivo análisis económico se encontró rentabilidad en los tres tratamientos investigados, con diferencias mínimas entre cada sustrato, pero el más rentable es el de sustrato con estiércol de bovino.

7.2. Recomendaciones

La pérdida de la fertilidad se trata de un fenómeno natural que ocurre cuando un suelo es explotado en agricultura o ganadería, pues una parte de los nutrientes se van con las cosechas o pastos aprovechados. Por esta razón, es necesario reponer periódicamente estos nutrientes exportados mediante la fertilización con abonos orgánicos o químicos. Sobre la base de los resultados y las conclusiones de la investigación, se realizan las siguientes recomendaciones:

- En la propagación por estacas de álamo, para la obtención de buenos resultados es importante los cuidados preventivos y la sanidad en la manipulación y el lugar de enraizamiento. Ya que los factores como la temperatura, riego y humedad que requieren los plantines son factores favorables para patógenos que pudieran estar infestando el lugar.
- Realizar trabajos de investigación aplicando los tres tratamientos en otras especies forestales con el fin de obtener mayores rendimientos en menor tiempo.
- Utilizar estacas de álamo de arboles maduros, ya que son aptas para el enraizamiento.

8. BIBLIOGRAFIA

- Alvarado, M. y Solano, J. (2002). Producción de sustratos para viveros. Proyecto VIFINEX. Costa Rica.
- Cañaviri, E. 2007 "Reproducción mediante estacas de tres especies de álamo (*Populus ssp.*) con tres tipos de fitohormonas en Araca- Provincia Loayza" La Paz- Bolivia. Tesis 1131. Pp 71.
- Calderón, S. F y Cevallos, F. 2003. Los Sustratos. Bogotá D.C., Colombia. Disponible en: http://www.drcalderonlabs.com/Publicaciones/Los_Sustratos.htm
- Cámara forestal de Bolivia. (2007). El sector Forestal en Bolivia. Sucre-Bolivia. Disponible en: www.cfb.org.bo
- Coll i Llorens, Marta. 2005. Tipos de sustratos en viveros. Redactora de Ediciones de Horticultura S.L.
- Chilon Camacho, Eduardo. 2000. Manual de Edafología, Prácticas de Campo y laboratorio. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. 290 p.
- Enríquez, G. y Paredes, A. (1989). El Álamo como protector. Editorial EUNED, Tercera Reimpresión de la segunda edición, Serie de Especies Forestales Mayores N° 4. San José -Costa Rica.
- FAO. 1980. Los álamos y los sauces en la producción de madera y la utilización de las tierras. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma — Italia. pp 349
- García, M.J., Hernández, G. R., Bustios, S., Esteves, M., Echevarria, Y., Cruz L.R., León, L., Del Busto, A. Algunas experiencias en la utilización del Aloe vera L. en la preparación de medios de cultivo.
- Habarta, Liliana. (2011). Extraída del libro Cien Preguntas, Cien Respuestas - Especial Química - Plan de Divulgación del Conocimiento - Andalucía Innova - Consejería de Economía, Innovación y Ciencia (material cedido por la O. E. I. - Organización de Estados Iberoamericanos - Madrid, España).
- Llurba, M. 1997. Parámetros a tener en cuenta en los sustratos. Revista Horticultura N° 125.

- Hartmann, H. y Kester, D. (1986). Propagación de Plantas. Editorial Continental S.A., Sexta impresión, México. 237 — 675 pp.
- Hernández, J. (1983). Fitotecnia de Plantaciones Forestales. Editorial Pueblo y Educación, Segunda reimpresión de la primera edición; Playa, La Habana — Cuba. 230 pp
- INTA (s.f.). El vivero forestal, Guía para el diseño u producción de un vivero forestal de pequeña escala de plantas en envase. Proyecto Forestal Regional, Modulo Santiago del Estero. 14 p.
- Proyecto DarwinNet. 2005. MANUAL BASICO PARA VI VERISTAS DEL BOSQUE SECO. Documento del Taller de Manejo de Viveros y Especies Nativas del Bosque Seco. Proyecto: Conservación participativa del Bosque Seco Tumbesino Laipuna — Jorupe Proyecto: Decisiones Locales, Derechos de la Gente y Manejo Sustentable en La Región Tumbesina (Ecuador-Perú) Guayaquil — Ecuador. pp 27
- Pruet, C. (1991). Bosques de Producción Continua en Europa. Estudio sobre Insectos Polinizadores. CIMCA Santa Cruz — Bolivia. 4-5 pp.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.BO).2012. Datos climáticos de la estación Huarina-La Paz.
- Vázquez-Yanes, C. y V. Cervantes. (1993). Estrategias para domesticación y propagación de árboles nativos de México. Ciencia y Desarrollo. 19:113. 52-58
- Vera, J. Suárez, C., y Moreira, M. (1998). Manual de Plantaciones de Álamo. Por: INIAP — PROTEC, Estación Experimental “Pueblo Nuevo”, Manual N° 25. Quito-Ecuador. 135 pp.
- Villegas N. P, 2008. “Los Recursos Naturales en Bolivia”. Centro de Documentación e Información Bolivia CEDIB, La Paz, Bolivia.

ANEXOS

Anexo N° 1. Preparación de los sustratos en estudio



Obtención de los sustratos a utilizarse en la investigación



Preparación y mezcla de los diferentes sustratos



Desinfección y embolsado de los sustratos

Anexo N° 2. Recolección de material vegetativo



Arriba:
Recolección de las estacas de álamo en comunidades aledañas



Izquierda y abajo:
Preparación del material de estudio



Anexo N° 3. Medición de datos



Arriba e izquierda: Medición de las variables de respuestas de las estacas de álamo.

Abajo: Observación del desarrollo de las estacas.



Anexo N° 4. Fases de Desarrollo de los plantines

Fase 1: Desarrollo de cayos y raíces (1ra semana)



Fase 2: Desarrollo de yemas



Fase 3: Desarrollo de hojas



T2 Turba (repetición 3, planta 10)

T3 (abono de bovino repetición 2, planta 10)



T1 (Tierra Micorrizada, planta 08)



FASE 3: CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL TALLO Y HOJAS



T1 (tierra micorrizada,
repetición 1, planta 08)



T2 (Turba, planta 10)



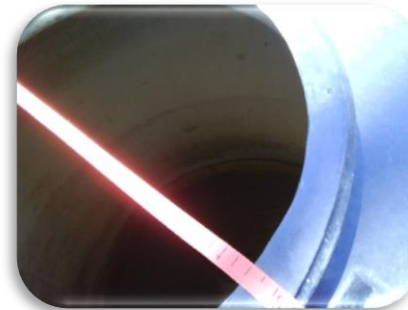
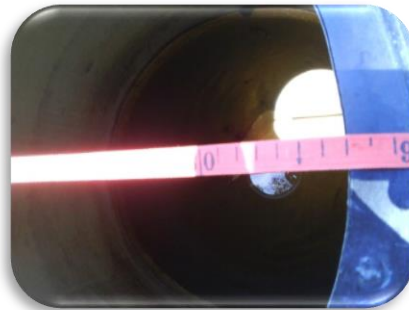
T3 (abono de bovino, planta 10)

Anexo N° 5. Medición de los caudales



Arriba: Se muestra el aforo de caudales en las vertientes que proveen agua al vivero.

Abajo: Medición de los tanques de almacenamiento de agua para el vivero de Huancané.



Anexo N° 5.1. Medición de las dimensiones del vivero

Descripción	N°	Dimensiones (m)
Platabandas arriba vivero 5i	14	1*35.5
Platabandas arriba vivero 5d	14	1* 26.5
Platabandas abajo vivero 7	2 10 13	1*21.2 1*26.2 1*24.5
	TOTAL = 53	
Carpa de almacigo	1	6.4*10
Carpa de crecimiento	1	10.2*18.1

Anexo N° 5.2. Características del riego

Anexo N° 5.2.1. Medición caudal (1)

En un volumen conocido se midió el tiempo que dura en llenarse una botella:

Datos:

$$V = 0.5 \text{ Lt}$$

$$t = 2 \text{ min } 43 \text{ s} = 163 \text{ s}$$

$$Q = V/t \rightarrow Q = 0.5 \text{ Lt} / 163 \text{ s}$$

$$Q = 0.0031 \text{ Lt} / \text{s}$$

$$Q = 0.000003 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Anexo N° 5.2.2. Medición caudal (2)

En un volumen conocido se midió el tiempo que dura en llenarse una botella:

Datos:

$$V = 0.5 \text{ Lt}$$

$$t_x = 6.7 \text{ s}$$

$$Q = V/t \rightarrow Q = 0.5 \text{ Lt} / 6.7 \text{ s}$$

$$Q = 0.075 \text{ Lt} / \text{s}$$

$$Q = 0.000075 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Anexo N° 5.2.3. Cálculo Volumen Utilizado

Descripción	N°	Dimensiones (m)	N° Plantines
Platabandas utilizadas			
Platabandas arriba vivero 5i y 5d	4	1* 26.5	17225
Platabandas abajo vivero	2	1*21.2	6890
7	10	1*26.2	42575

Datos:

V tanque = 2300 Lt * 2 tanques = 4600 Lt = 4.6 m³

h gastada = 1.4 m

d tanque = 1.4 m

$$V = \pi r^2 h$$

$$V = \pi *$$

Se llenó los tanques en su máxima capacidad y el tiempo aproximado en que se gastó dicho volumen fueron 3 días.

Volumen utilizado por día:

$$4.6 \text{ m}^3 / 3 \text{ días} = 1.53 \text{ m}^3 / \text{ día}$$

Volumen utilizado día / N° plantines total vivos:

$$1.53 \text{ m}^3 / 66690 = 0.0000229 \text{ m}^3 / \text{plantin}$$

$$0.0229 \text{ Lt} / \text{plantin}$$

Anexo N° 6: Informe de ensayo de suelos con tierra micorrizada (inicio)

Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Ciencias Puras y Naturales
Instituto de Ecología
Laboratorio de Calidad Ambiental



Informe de Ensayo: S07/13

Página 4 de 6

INFORME DE ENSAYO DE SUELOS S07/13

Cliente: FACULTAD DE AGRONOMÍA
Solicitante: Sra. Mónica Virginia Lucana Huallpa
Dirección del cliente: Z/Munaypata C/ Copacabana # 87
Procedencia de la muestra: Comunidad Huancane
Provincia: Los Andes
Departamento: La Paz
Batallas
Punto de muestreo: Sra. Mónica Lucana Huallpa
Responsable del muestreo: No especificado por el cliente
Fecha de muestreo: No especificado por el cliente
Hora de muestreo: No especificado por el cliente
Fecha de recepción de la muestra: 24 de enero de 2013
Fecha de ejecución del ensayo: Del 24 de enero al 15 de febrero de 2013
Caracterización de la muestra: Sustrato
Tipo de muestra: Compuesta
Envase: Bolsa plástica
Código LCA: 07 - 4
Código original de muestra: MTMI

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	MTMI 07 - 4
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	7,6
Fósforo disponible (P)	ISRIC 14-3	P /mg*kg-1	1,5	35
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,15
Potasio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,0053	0,46

- International Soil Reference and Information Center (ISRIC)
- Análisis de Suelos y Plantas tropicales (ASTP)

* Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
* La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, febrero 27 de 2013

CC: Archivo
JChlca



Campus Universitario: Calle 27 de Cota Cota, La Paz, Telf./Fax: 2772522
Casilla Correo Central 10077, La Paz - Bolivia

Anexo N° 7: Informe de ensayo de suelos con tierra micorrizada (final)

Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Ciencias Puras y Naturales
Instituto de Ecología
Laboratorio de Calidad Ambiental



Informe de Ensayo: S07/13

Página 1 de 6

INFORME DE ENSAYO DE SUELOS S07/13

Cliente:	FACULTAD DE AGRONOMÍA
Solicitante:	Sra. Mónica Virginia Lucana Huallpa
Dirección del cliente:	Z/Munaypata C/ Copacabana # 87
Procedencia de la muestra:	Comunidad Huancane
	Provincia: Los Andes
	Departamento: La Paz
	Batallas
Punto de muestreo:	Sra. Mónica Lucana Huallpa
Responsable del muestreo:	No especificado por el cliente
Fecha de muestreo:	No especificado por el cliente
Hora de muestreo:	No especificado por el cliente
Fecha de recepción de la muestra:	24 de enero de 2013
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 24 de enero al 15 de febrero de 2013
Caracterización de la muestra:	Sustrato
Tipo de muestra:	Compuesta
Envase:	Bolsa plástica
Código LCA:	07 - 1
Código original de muestra:	MTMF

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	MTMF
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	5,6
Fósforo disponible (P)	ISRIC 14-3	P /mg*kg-1	1,5	19
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,21
Potasio intercambiable	ISRIC 9	cmolo/kg	0,0053	0,45

- International Soil Reference and Information Center (ISRIC)
- Análisis de Suelos y Plantas tropicales (ASTP)

* Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
* La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, febrero 27 de 2013



CC: Archivo
JChfca

Campus Universitario: Calle 27 de Cota Cota, La Paz, Telf./Fax: 2772522
Casilla Correo Central 10077, La Paz - Bolivia

Anexo N° 8: Informe de ensayo de suelos con estiércol bovino (inicio)

Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Ciencias Puras y Naturales
Instituto de Ecología
Laboratorio de Calidad Ambiental



Informe de Ensayo: S07/13

Página 2 de 6

INFORME DE ENSAYO DE SUELOS S07/13

Cliente:	FACULTAD DE AGRONOMÍA
Solicitante:	Sra. Mónica Virginia Lucana Huallpa
Dirección del cliente:	Z/Munaypata C/ Copacabana # 87
Procedencia de la muestra:	Comunidad Huancane Provincia: Los Andes Departamento: La Paz
Punto de muestreo:	Batallas
Responsable del muestreo:	Sra. Mónica Lucana Huallpa
Fecha de muestreo:	No especificado por el cliente
Hora de muestreo:	No especificado por el cliente
Fecha de recepción de la muestra:	24 de enero de 2013
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 24 de enero al 15 de febrero de 2013
Caracterización de la muestra:	Sustrato
Tipo de muestra:	Compuesta
Envase:	Bolsa plástica
Código LCA:	07 - 2
Código original de muestra:	MEBI

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	MEBI
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	7,1
Fósforo disponible (P)	ISRIC 14-3	P /mg*kg-1	1,5	213
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,3
Potasio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,0053	11

- International Soil Reference and Information Center (ISRIC)
- Análisis de Suelos y Plantas tropicales (ASTP)

* Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
* La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, febrero 27 de 2013



CC: Archivo
JChlca

Campus Universitario: Calle 27 de Cota Cota, La Paz, Telf./Fax: 2772522
Casilla Correo Central 10077, La Paz - Bolivia

Anexo N° 9: Informe de ensayo de suelos con estiércol bovino (final)

Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Ciencias Puras y Naturales
Instituto de Ecología
Laboratorio de Calidad Ambiental



Informe de Ensayo: S07/13

Página 5 de 6

INFORME DE ENSAYO DE SUELOS S07/13

Cliente:	FACULTAD DE AGRONOMÍA
Solicitante:	Sra. Mónica Virginia Lucana Hualpa
Dirección del cliente:	Z/Munaypata C/ Copacabana # 87
Procedencia de la muestra:	Comunidad Huancane Provincia: Los Andes Departamento: La Paz
Punto de muestreo:	Batallas
Responsable del muestreo:	Sra. Mónica Lucana Hualpa
Fecha de muestreo:	No especificado por el cliente
Hora de muestreo:	No especificado por el cliente
Fecha de recepción de la muestra:	24 de enero de 2013
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 24 de enero al 15 de febrero de 2013
Caracterización de la muestra:	Sustrato
Tipo de muestra:	Compuesta
Envase:	Bolsa plástica
Código LCA:	07 - 5
Código original de muestra:	MEBF

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	MEBF 07 - 5
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	6,1
Fósforo disponible (P)	ISRIC 14-3	P /mg*kg-1	1,5	31
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,22
Potasio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,0053	0,42

- International Soil Reference and Information Center (ISRIC)
- Análisis de Suelos y Plantas tropicales (ASTP)

* Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
* La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, febrero 27 de 2013

CC: Archivo
JCh/ta



Campus Universitario: Calle 27 de Cota Cota, La Paz, Telf./Fax: 2772522
Casilla Correo Central 10077, La Paz - Bolivia

Anexo N° 10: Informe de ensayo de suelos con turba (inicio)

Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Ciencias Puras y Naturales
Instituto de Ecología
Laboratorio de Calidad Ambiental



Informe de Ensayo: S07/13

Página 3 de 6

INFORME DE ENSAYO DE SUELOS S07/13

Cliente:	FACULTAD DE AGRONOMÍA
Solicitante:	Sra. Mónica Virginia Lucana Huallpa
Dirección del cliente:	Z/Munaypata C/ Copacabana # 87
Procedencia de la muestra:	Comunidad Huancane Provincia: Los Andes Departamento: La Paz
Punto de muestreo:	Batallas
Responsable del muestreo:	Sra. Mónica Lucana Huallpa
Fecha de muestreo:	No especificado por el cliente
Hora de muestreo:	No especificado por el cliente
Fecha de recepción de la muestra:	24 de enero de 2013
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 24 de enero al 15 de febrero de 2013
Caracterización de la muestra:	Sustrato
Tipo de muestra:	Compuesta
Envase:	Bolsa plástica
Código LCA:	07 - 3
Código original de muestra:	MTI

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	MTI 07 - 3
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	5,5
Fósforo disponible (P)	ISRIC 14-3	P /mg*kg-1	1,5	33
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,22
Potasio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,0053	0,53

- International Soil Reference and Information Center (ISRIC)
- Análisis de Suelos y Plantas tropicales (ASTP)

* Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
* La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, febrero 27 de 2013

CC: Archivo
JChica



Campus Universitario: Calle 27 de Cota Cota, La Paz, Telf./Fax: 2772522
Casilla Correo Central 10077, La Paz - Bolivia

Anexo N° 11: Informe de ensayo de suelos con turba (final)

Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Ciencias Puras y Naturales
Instituto de Ecología
Laboratorio de Calidad Ambiental



Informe de Ensayo: S07/13

Página 6 de 6

INFORME DE ENSAYO DE SUELOS S07/13

Cliente: FACULTAD DE AGRONOMÍA
Solicitante: Sra. Mónica Virginia Lucana Huallpa
Dirección del cliente: Z/Munaypata C/ Copacabana # 87
Procedencia de la muestra: Comunidad Huancane
Provincia: Los Andes
Departamento: La Paz
Batallas
Punto de muestreo: Sra. Mónica Lucana Huallpa
Responsable del muestreo: No especificado por el cliente
Fecha de muestreo: No especificado por el cliente
Hora de muestreo: No especificado por el cliente
Fecha de recepción de la muestra: 24 de enero de 2013
Fecha de ejecución del ensayo: Del 24 de enero al 15 de febrero de 2013
Caracterización de la muestra: Sustrato
Tipo de muestra: Compuesta
Envase: Bolsa plástica
Código LCA: 07 - 6
Código original de muestra: MTF


Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	MTF 07 - 6
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	6,0
Fósforo disponible (P)	ISRIC 14-3	P /mg*kg-1	1,5	30
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,18
Potasio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,0053	0,40

- International Soil Reference and Information Center (ISRIC)
- Análisis de Suelos y Plantas tropicales (ASTP)

* Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
* La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, febrero 27 de 2013


Ing. Jaime Chincheros Paniagua
Responsable Laboratorio de Calidad Ambiental

CC: Archivo
JChMca



Campus Universitario: Calle 27 de Cota Cota, La Paz, Telf./Fax: 2772522
Casilla Correo Central 10077, La Paz - Bolivia

Anexo N° 12: Costos de producción de plantines de álamo - T1

EGRESO	UNIDAD	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO PARCIAL
Insumos				(Bs)
Arena	m3	150	1	150
Turba negra	m3	35	1	35
Esquejes	Unidad	0,2	1800	360
Formol	l	5	100	500
Enraizadores	ml	50	1	50
Plastico	m	10	10	100
Costos de producción				
Preparación del sustrato	Jornal	50	1	50
Plantación y traslado	Jornal	50	2	100
Deshierbe	Jornal	50	1	50
Control fitosanitario	Jornal	50	1	50
Riego	Jornal	50	1	50
Imprevistos	Bs.			149,5
TOTAL	Bs.			1644,5
INGRESO	UNIDAD	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO PARCIAL
Venta de plantines	Bs.	3	1800	5400
TOTAL	Bs.			5400
BENEFICIO NETO				3755,5
BENEFICIO/COSTO(B/C)				2,28

Anexo N° 13: Costos de producción de plantines de álamo - M1

EGRESO	UNIDAD	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO PARCIAL
Insumos				(Bs)
Arena	m3	150	1	150
Tierra micorrizada	m3	150	1	150
Esquejes	Unidad	0,2	1800	360
Formol	l	5	100	500
Enraizadores	ml	50	1	50
Plastico	m	10	10	100
Costos de producción				
Preparación del sustrato	Jornal	50	1	50
Plantación y traslado	Jornal	50	2	100
Deshierbe	Jornal	50	1	50
Control fitosanitario	Jornal	50	1	50
Riego	Jornal	50	1	50
Imprevistos	Bs.			161
TOTAL	Bs.			1771
INGRESO	UNIDAD	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO PARCIAL
Venta de plantines	Bs.	3	1800	5400
TOTAL	Bs.			5400
BENEFICIO NETO				3629
BENEFICIO/COSTO(B/C)				2,05

Anexo N° 14: Costos de producción de plantines de álamo - V1

EGRESO	UNIDAD	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO PARCIAL
Insumos				(Bs)
Arena	m3	150	1	150
Turba negra	m3	50	1	50
Esquejes	Unidad	0,2	1800	360
Formol	l	5	100	500
Enraizadores	ml	50	1	50
Plastico	m	10	10	100
Costos de producción				
Preparación del sustrato	Jornal	50	1	50
Plantación y traslado	Jornal	50	2	100
Deshierbe	Jornal	50	1	50
Control fitosanitario	Jornal	50	1	50
Riego	Jornal	50	1	50
Imprevistos	Bs.			151
TOTAL	Bs.			1661
INGRESO	UNIDAD	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO PARCIAL
Venta de plantines	Bs.	3	1800	5400
TOTAL	Bs.			5400
BENEFICIO NETO				3739
BENEFICIO/COSTO(B/C)				2,25