

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



**TESIS DE GRADO**

**EFFECTO DE ENRAIZADORES, EN LA PROPAGACION VEGETATIVA  
DE LA THOLA (*Parastrephia lepidophylla*) EN AMBIENTE  
ATEMPERADO**

**CUSSI CANQUI AYDDE**

**La Paz – Bolivia**

**2013**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA**

**EFFECTO DE ENRAIZADORES, EN LA PROPAGACION  
VEGETATIVA DE LA THOLA (*Parastrephia lepidophylla*) EN  
AMBIENTE ATEMPERADO**

*Tesis de Grado presentado como requisito  
Parcial para optar el Título de  
Ingeniero Agrónomo*

**AYDDE CUSSI CANQUI**

**ASESORES:**

Dr. Bernardo Solíz Gerrero

-----

Dr. David Cruz Choque

-----

**COMITÉ REVISOR:**

Dr. Abul Kalam Kurban

-----

Ing. Freddy Porco Chiri

-----

Dr. Félix Marza Mamani

-----

**APROBADO**

**PRESIDENTE TRIBUNAL EXAMINADOR:**

-----

**2013**

## *DEDICATORIA*

*A Dios por el camino que me guió en la vida.  
Con cariño, amor y respeto a mis padres Lucas y  
Felipa, quienes me dieron la fortaleza para seguir  
en camino con mis triunfos y derrotas a mis  
hermanas quienes me dieron el aliento y el apoyo  
necesario para seguir adelante.*

*A mis amigos quienes me acompañaron día tras  
día en las dificultades que teníamos mutuamente en  
la alegría y tristeza.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Al finalizar el presente trabajo de tesis de grado deseo expresar mis más sinceros agradecimientos a aquellas personas que me dieron un apoyo, una mano incondicional, un aliento por seguir en camino en mis metas planteadas.

Agradezco a Dios por el camino en el que me guía día tras día con su compañía. Agradezco a mis padres quienes me dieron el aliento, confianza para seguir día en el camino que yo elegí. A mis hermanas quienes me brindaron su apoyo para la culminación de mis estudios, a mi cuñado y sobrinos quienes me demostraron su preocupación y su ayuda para seguir adelante, a mis tíos quienes a cada momento me dieron un apoyo para la culminación de mis estudios.

A la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés por haberme formado en sus aulas, a los catedráticos por los conocimientos y experiencias impartidas en mis años de estudio.

Agradezco a la familia Mamani por todo el apoyo que me dio en la culminación de mi tesis en campo, agradezco a la Comunidad Lucurmata por todo lo aprendido en el transcurso de mi estadía.

Agradezco al Doc. Bernardo Solíz por la paciencia que me brindo en la revisión de mi tesis y el mejorado de este. Agradezco al Doc. David Cruz por toda la colaboración que me brindo, al Doc. Marza por todo el conocimiento que me brindo y el apoyo constante.

Agradeciendo a mis señores tribunales, Dr. Félix Marza, Dr. Abul Kalam, Ing. Freddy Porco, por la revisión, observación y enriquecimiento del presente trabajo.

Agradezco a la unidad de “UPSAVIA” del ministerio de desarrollo rural y tierras por la constante colaboración y su preocupación que me brindaron los ingenieros Iván Ticlla, Wilbor Chunchu, Carlos Valencia y Alcides Medina.

Agradezco a todos mis amigos en especial a Erland, Hugo, Alejandra, Aurelia, Isabel, David, Mauge, Fanny, Enzo, Armando, Vania, Verónica, Gina, Margarita, Fernando, Faviola, Wilson y compañeros de estudio quienes me brindaron su amistad incondicional y su apoyo estando en los buenos y malos momentos.

## INDICE DE CONTENIDO

|                        |     |
|------------------------|-----|
| DEDICATORIA.....       | i   |
| AGRADECIMIENTOS.....   | ii  |
| ÍNDICE.....            | iii |
| ÍNDICE DE TABLAS.....  | v   |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | vi  |
| RESUMEN.....           | vii |

|   | Páginas |
|---|---------|
| 1. INTRODUCCION.....  | 1       |
| 1.1 OBJETIVOS.....  | 3       |
| 2 REVISION BIBLIOGRAFICA.....                                   | 4       |
| 2.1 La thola.....   | 4       |
| 2.2 Clasificación taxonómica.....                               | 4       |
| 2.3 Descripción morfológica.....                                | 4       |
| 2.4 Importancia y usos.....                                     | 5       |
| 2.5 Ecología de la especie.....                                 | 5       |
| 2.6 Formas de Propagación.....                                  | 6       |
| 2.6.1 Propagación natural.....                                  | 6       |
| 2.6.2 Propagación artificial.....                               | 7       |
| 2.7 Propagación vegetativa.....                                 | 8       |
| 2.7.1 Importancia y ventajas de la propagación vegetativa.....  | 8       |
| 2.7.2 Anatomía y Fisiología de la propagación por esquejes..... | 9       |
| 2.7.3 Formación de raíces en los esquejes.....                  | 11      |
| 2.8 Condiciones ambientales durante el enraizamiento.....       | 12      |
| 2.8.1 Condiciones de suelo.....                                 | 12      |
| 2.8.2 Condiciones climático.....                                | 12      |
| 2.9 Reguladores de crecimiento.....                             | 13      |
| 2.9.1 Clasificación de los reguladores de crecimiento.....      | 13      |
| 2.9.2 Uso de fitohormonas para estimular el enraizado.....      | 16      |
| 2.10 Medios de enrizamiento.....                                | 18      |
| 2.10.1 Sustratos utilizados.....                                | 18      |
| 2.10.2 Desinfección del sustrato.....                           | 19      |
| 2.10.3 Relación del sustrato para enraizamiento.....            | 19      |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>3. LOCALIZACIÓN</b> .....   | <b>20</b> |
| 3.1 Ubicación geográfica .....   | 20        |
| 3.2 Características climáticas .....                                   | 20        |
| 3.2 Descripción de la zona de estudio.....                             | 20        |
| 3.2.1 Flora amenazada .....  | 21        |
| 3.2.2 Fauna existente .....  | 22        |
| 3.2.3 Importancia para su conservación de la thola y su hábitats ..... | 22        |
| <b>4 MATERIALES Y METODOS</b> .....                                    | <b>23</b> |
| 4.1 Materiales .....   | 23        |
| 4.2 Métodos .....  | 24        |
| 4.2.1 Selección del terreno .....                                      | 24        |
| 4.2.2 Construcción del ambiente atemperado .....                       | 24        |
| 4.2.3 Preparación del sustrato .....                                   | 24        |
| 4.2.4 Selección del material vegetal .....                             | 25        |
| 4.2.5 Preparación de los esquejes .....                                | 25        |
| 4.2.6 Aplicación de las fitohormonas .....                             | 25        |
| 4.2.7 Trasplante de los esquejes al lugar definitivo .....             | 25        |
| 4.2.8 Diseño experimental .....  | 26        |
| 4.2.9 Modelo lineal .....  | 26        |
| 4.2.10 Factores de estudio .....                                       | 26        |
| 4.2.11 Formulación de tratamientos .....                               | 27        |
| 4.2.12 Análisis estadístico .....                                      | 28        |
| 4.2.13 Croquis experimental.....                                       | 28        |
| 4.3 Labores culturales .....   | 29        |
| 4.4 Variables de respuesta .....                                       | 29        |
| 4.4.1 Porcentaje de prendimiento de los esquejes (PREND).....          | 29        |
| 4.4.2 Altura de la planta (ALTPL) .....                                | 30        |
| 4.4.3 Días de brotación (BROT).....                                    | 30        |
| 4.4.4 Velocidad de crecimiento (VOLC).....                             | 31        |
| 4.4.5 Longitud de la raíz (LONGRAD) .....                              | 31        |
| 4.4.6 Peso foliar en seco (PESOFOL) .....                              | 32        |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 4.4.7  | Peso de raíces en seco (PRAD).....  | 32 |
| 4.4.8  | Número de raíces (RADSEG).....  | 32 |
| 5      | RESULTADOS Y DISCUSIONES .....  | 33 |
| 5.1    | Datos meteorológicos registrados durante el estudio .....                       | 33 |
| 5.1.1  | Temperatura .....   | 33 |
| 5.1.2  | Precipitación.....  | 33 |
| 5.2    | Parámetros de evaluación.....   | 34 |
| 5.2.1  | Estadística de las variables en estudio .....                                   | 35 |
| 5.2.2  | Análisis y prueba de promedios para PREND, ALTPL y LONGRAD.....                 | 36 |
| 5.2.3  | Tiempo de aplicación de fitohormonas del PREND, ALTPL y LONG ....               | 41 |
| 5.2.4  | Relación altura de planta Vs prendimiento .....                                 | 43 |
| 5.2.5  | Fitohormonas aplicadas en el PREND, ALTPL y LONGRAD.....                        | 44 |
| 5.2.6  | Días de brotación .....   | 47 |
| 5.2.7  | Tiempo de aplicación de las fitohormonas a los esquejes .....                   | 49 |
| 5.2.8  | Velocidad de crecimiento .....  | 51 |
| 5.2.9  | Análisis de varianza y prueba de promedios para el PESOFOL, PRAD y RADSEG ..... | 52 |
| 5.2.10 | Tiempo de aplicación de Fitohormonas PESOFOL, PRAD y RADSEG                     | 55 |
| 5.2.11 | Fitohormonas aplicadas en el PESOFOL, PRAD Y RADSEG .....                       | 58 |
| 5.3    | Análisis económico.....   | 61 |
| 6      | CONCLUSIONES .....  | 63 |
| 7      | RECOMENDACIONES .....   | 65 |
| 8      | BIBLIOGRAFIA .....  | 66 |
| 9      | ANEXOS.....   | 74 |



## INDICE DE TABLA

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Formulación de tratamientos .....   | 27 |
| Tabla 2. Estadística descriptiva para las variables de respuesta: gestión 2011 en la comunidad de Lucurmata del Municipio de la 1ra sección de Pucarani..... | 35 |
| Tabla 3. Análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento, altura de la planta y longitud radicular.....  | 37 |
| Tabla 4. Regresión, correlación y coeficiente de determinación entre la altura y el prendimiento de los esquejes .....                                       | 43 |
| Tabla 5. Valores de F calculado en el análisis de días de brotación.....   | 47 |
| Tabla 6. Análisis de varianza para las variables peso foliar, peso radicular en seco y número de raíces .....  | 52 |

## INDICE DE FIGURAS

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Figura.1. Localización del Municipio de Pucarani - Lucurmata .....</b>   | <b>20</b> |
| <b>Figura 2. Croquis experimental.....</b>  | <b>28</b> |
| <b>Figura 3. Hojas adosadas al tallo después del plantado en las bolsas.....</b>  | <b>30</b> |
| <b>Figura 4. Longitud de raíz en la toma de datos.....</b>  | <b>31</b> |
| <b>Figura 5. Presencia de raíces .....</b>  | <b>32</b> |
| <b>Figura 6. Temperaturas registradas .....</b>   | <b>33</b> |
| <b>Figura 7. Precipitación registrados .....</b>  | <b>34</b> |
| <b>Figura 8. Días transcurridos y evaluados para la altura de los esquejes .....</b>  | <b>40</b> |
| <b>Figura 9. Promedio y dispersión correspondientes a las variables porcentaje de<br/>prendimiento, altura de planta y longitud radicular .....</b>                 | <b>41</b> |
| <b>Figura 10.Comparación de medias de Duncan de las fitohormonas sobre el<br/>porcentaje de prendimiento, altura de los esquejes y longitud<br/>radicular .....</b> | <b>44</b> |
| <b>Figura 11.Comparación de medias para el tiempo de aplicación de las<br/>fitohormonas transcurridos en la brotación en porcentaje.....</b>                        | <b>49</b> |
| <b>Figura 12.Variación de velocidad de crecimiento de los brotes por efecto de las<br/>fitohormonas aplicadas .....</b>   | <b>51</b> |
| <b>Figura 13.Promedio de dispersión correspondientes a las variables de peso<br/>foliar en seco, peso radicular en seco y número de raíces.....</b>                 | <b>55</b> |
| <b>Figura 14. Comparación de medias de Duncan de las fitohormonas del peso<br/>foliar en seco, peso radicular en seco y número de raíces.....</b>                   | <b>58</b> |

## 1. INTRODUCCIÓN

La Thola (*Parastrephia lepidophylla*), se encuentra ampliamente distribuida en la región Andina de Bolivia, Chile, Argentina y Perú, desarrollándose entre los 3900 y 5000 m.s.n.m., cubre extensas aéreas del Altiplano Boliviano, esta planta prefiere suelo con napa freática poco profunda, en suelos de poco contenido de materia orgánica y textura no muy fina de franco arcilloso a franco arenoso.

Morales (2002), señala que la región andina de Bolivia se caracteriza en particular, por ser de un clima frío con bajas temperaturas, precipitaciones pluviales mínimas aproximadamente de cuatro meses, razón por el cual tiende a tener escasa vegetación. Por lo cual la pérdida de la cobertura vegetal de las tierras andinas son causados por los factores climáticos y antrópicos, teniendo consecuencias negativas como la degradación de los suelos y la pérdida de praderas nativas, la destrucción y desaparición de algunas plantas, que pueden constituirse en protectores del medio ambiente con un plan de reforestación.

En relación al manejo de los recursos naturales, suelo, agua y aire, se debe tener un manejo racional evitando el daño al medio ambiente y el sobre pastoreo, protegiendo la escasa cobertura vegetal que aun existe, como son la Thola, Chillihua, Ichus y Chojillas. El desequilibrio ecológico de las praderas nativas y la desaparición gradual de especies arbustiva como es el caso de la Thola, es causada por la tala irracional por pobladores del área del altiplano, que continúan utilizando como leña, forraje y en otros formas; sin embargo, su persistencia es de suma importancia en la vida de la población andina.

En los últimos años la demanda por esta especie nativa que es la Thola, se ha incrementado y se ha aprovechado indiscriminadamente, como fuente de energía (leña) y forraje, sin medir las consecuencias como es el deterioro de la cobertura

vegetal, la alteración de la fauna y flora, lo cual constituye uno de los problemas más importantes a nivel Nacional y Regional; a ello se suma la falta de apoyo de Instituciones Gubernamentales y Universidades para la mejora de las condiciones medioambientales.

Para ello, el presente estudio de investigación, tiene el propósito fundamental de enfatizar la propagación vegetativa intensiva, en ambiente atemperado de La Thola (*Parastrephia lepidophylla*), mediante la aplicación de diferentes compuestos bioquímicos hormonales, como son los reguladores de enraizamiento, que aceleran la actividad celular del material vegetal. Además teniendo conocimiento que esta especie por vía semilla resulta ser bajo su porcentaje de germinación de crecimiento lento, razón por lo cual, se pretende romper este ciclo moroso y aplicar esta alternativa de multiplicación vegetativa más acelerada, lo cual es bastante accesible y de bajo costo económico.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

- Aplicar productos bioquímicos enraizantes a determinados tiempos, en la propagación vegetativa de la Thola (*Parastrephia lepidophylla*) en ambiente atemperado, en la comunidad de Lucurmata, perteneciente al Municipio de Pucarani, Provincia Los Andes del Departamento de La Paz.

### **Objetivos específicos**

- Evaluar el desarrollo radicular, brotación, de los esquejes de la Thola, bajo el efecto de dos tipos de fitohormonas de enraizamiento.
- Determinar el porcentaje de prendimiento y enraizamiento en la propagación vegetativa de los esquejes de la Thola en un ambiente atemperado.
- Estudiar la eficiencia de las fitohormonas aplicadas sobre los esquejes de la Thola a diferentes tiempos de aplicación.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 La Thola

En Bolivia se encuentra distribuida, la thola en todo el altiplano que corresponde a los departamentos de La Paz, Oruro, Potosí y en distintas provincias de los departamentos de Cochabamba y Sucre (FAO, 1996).

### 2.2 Clasificación taxonómica

Alcalde (1990), señala que la Thola es una especie que se encuentra distribuida en Bolivia, lo cual cubre extensas aéreas de las dunas en el altiplano Norte, Central y Sur, este arbusto prefiere suelos con napa freática no muy profundas, los suelos que requiere van de franco arcilloso a franco arenoso y en algunos casos pedregoso.

De acuerdo a Cabrera (1978), la Thola tiene la siguiente clasificación taxonómica; De Clase *Dicotiledoneae*; con la Sub Clase *Sympetales*; de Orden *Campanudales*; Familia *Compositae (Asteraceae)*; Genero *Parastrephia*; Especie *Parastrephia lepidophylla*; Nombre común Koa; Tanta t`ula, Thola.

### 2.3 Descripción Morfológica

Menciona IIP Qollasuyo (2003), que la especie de thola (*Parastrephia lepidophylla*) puede ser descrito visualmente a través de ciertos caracteres de la planta. El arbusto, es resinoso, lignificado, erecto, ramoso; con una altura de 0.5 – 2.0 m. Tiene una raíz ramificada; con una raíz principal y de estas nacen las raíces secundarias con una profundidad promedio 40 – 80 cm.

El tallo primario no es notorio, los tallos secundarios son de forma cilíndrica, erectos, resinosos, lignificados; en número de 18. Hojas enteras semiagudas en el ápice y ensanchadas en la base, carnosas adosadas al tallo (imbricadas). Inflorescencia en capítulos, cabezuelas solitarias en los ápices de las ramitas. Flores dimorfas; en el perímetro del capítulo en su mayoría van en un número de 7 – 8 flores, de color blanco.

## **2.4 Importancia y usos**

Quelca (2003), menciona que las especies pueden propagarse por regeneración natural, pero depende del manejo de los tólares, en algunos lugares la Thola está desapareciendo debido a los pastoreos y a la extracción indiscriminada para ser comercializados como leña. El pastoreo elimina la regeneración natural, por lo que las ramas tiernas son bastante palatables, para los camélidos y ovinos, especialmente cuando escasea los forrajes. Esta planta tiene buen poder como combustible (leña), se quema lentamente y no desprende humo.

Lojan (1992), señala que el principal uso de la Thola, es para la leña, estos arbustos abastecen de combustible a las comunidades del altiplano boliviano, actualmente se extraen en grandes cantidades para ser utilizadas en los hornos de pan (consumo comercial) y como leña (consumo doméstico)

En cuanto a la cobertura, Ayala (1990), indica que la Thola es protectora del suelo, contra la erosión hídrica y eólica, son especies que no hacen mucho caso al viento, más bien contrarrestan las fuertes intensidades de los vientos que se registran en determinadas estaciones del año.

## **2.5 Ecología de la especie**

La thola como cualquier otra especie vegetal para su desarrollo necesita de muchos factores, entre ellas se encuentra el clima, tipo de suelo y topografía. En las

investigaciones realizadas por el IIP Qollasuyo (2003), la thola prospera desde los 3900 hasta los 5000 m.s.n.m., áreas que corresponden a zonas semiáridas de escasa precipitación, con temperaturas extremas (frías), en las estaciones de de invierno, otoño, y en primavera, verano son bastante secos.

Navarro (1993), describe que en las zonas de geografía plana, laderas, lomadas, pie de montes y cerros, aparecen matorrales de arbustos resinosos y siempre verdes los Tholares. Las especies representativas de esta unidad vegetativa son: *Parastrephia lepidophylla*, *P. quadrangularis*, *Baccharis incarum* y *B. Boliviensis*.

## 2.6 Formas de propagación

FAO (1996), señala que la propagación está basada en la Totipotencia de la célula vegetal expresada a través del cultivo de células y/o tejidos. La propagación vegetativa es una parte o secciones cortadas a partir de una planta progenitora y están estimuladas a crecer; todas las plantas producidas vegetativamente a partir de un progenitor original son llamadas clones, que son idénticos a sus padres.

IIP Qollasuyo (2003), indica que la propagación de la thola se puede realizar por semilla botánica y vegetativamente a través de estacas.

### 2.6.1 Propagación natural

De Acuerdo a IIP Qollasuyo (2003), la propagación de la Thola, se realiza de dos maneras uno sin intervención de la mano del hombre. **Por Semilla:** la cual esta propagación se realiza cuando el fruto está maduro (semilla), es desprendida o trasladada por el viento o el agua de las precipitaciones pluviales, animales u otros medios. Lo que se conoce con el nombre de brinzal, de esta forma se realiza la repoblación de la pradera de Tholares en forma natural y **por Rebrotos:** En la cual este tipo de propagación se da en el cuello o corona de la planta madre.



### 2.6.2 Propagación artificial

Cuando Interviene la mano del hombre, se presenta las siguientes alternativas para la propagación de los thólares; existen tres posibilidades:

**Siembra directa**, se realiza directamente en el terreno a inicios de la temporada lluviosa (Diciembre), en laderas del cerro se hace el marcado con el método tresbolillo, se prepara el suelo en los puntos marcados realizando (hoyos 50 x 50 cm), de inmediato se procede con la siembra de cuatro semillas por hoyo, con una distancia de 1.00 m entre plantas y 0.50 m entre líneas, tapar la semilla con un espesor de 1 cm de tierra.

**Siembra en platabandas:** Es el lugar demarcado por madera que sirve para colocar las bolsitas con plantines, generalmente tiene 1 metro de ancho por largo variable de acuerdo al tipo del vivero.

**Recolección de brinzales** utilizando el método de tresbolillo para la plantación, luego de la colecta los brinzales del terreno se procede inmediatamente al trasplante en el campo, teniendo cuidado de que la raíz no esté doblada. En áreas pequeñas se puede efectuar este proceso en un solo día (IIP, Qollasuyo, 2003).

Arriaga (1994), aclara que es una técnica que consiste en cortar ramas, pencas u otro tipo de segmentos de la planta en crecimiento y plantarlas en el suelo para provocar su enraizamiento. También es posible cubrir con suelo secciones de tallo o ramas de un árbol no cortado para inducir la aparición de raíces en la sección cubierta antes de cortarla, el segmento que será plantado.

La multiplicación por este sistema se fundamenta en que la parte enterrada en el suelo produce raíces por ser el único órgano que en ese medio pueden desarrollarse.

Una vez formada las raíces absorberán los alimentos necesarios para el desarrollo de los demás órganos, con lo cual queda constituido el nuevo individuo.

## **2.7 Propagación vegetativa**

Rojas (2004), indica que la propagación vegetativa o clonación se define como la reproducción de una planta a partir de una célula, tejido, u órgano (raíces, tallos, ramas, hojas). En teoría, cualquier parte de una planta puede dar origen a otra de iguales características según sean las condiciones de crecimiento (luz, temperatura, nutrientes, sanidad, etc.).

Esto se debe a que muchas de las células de los tejidos vegetales ya maduros conservan la potencialidad de multiplicarse, de diferenciarse y dar origen a diversas estructuras como tallos y raíces, estos grupos celulares forman parte de meristemos primarios y secundarios que pueden encontrarse en todos los órganos de las plantas.

Las células no diferenciadas que los conforman tienen la información genética y las propiedades fisiológicas de producir una nueva planta con iguales características de la planta madre, propiedad conocida como totipotencia.

Hartmann y Kester (1999), definen la propagación por esquejes, como la división mitótica de la célula con duplicación del sistema cromosómico y el citoplasma para formar dos células hijas. Una sola célula viviente, vegetativa y aislada, contiene toda la información necesaria para regenerar otra planta, lo mismo que una porción de tallo tiene la capacidad de formar raíces o viceversa, también las hojas pueden regenerar tallos y raíces.

### **2.7.1 Importancia y Ventajas de la propagación vegetativa**

Según Bracho (2011), este es el método más importante para propagar arbustos. Los esquejes también se usan ampliamente en la propagación comercial en invernadero

de muchas plantas con flores de ornato y se usan en forma común para propagar diversas especies frutales. Las principales ventajas que presenta este método son:

- Se pueden iniciar muchas plantas en un espacio limitado, partiendo de unas pocas plantas madres.
- Es poco costoso, rápido y sencillo, no necesitamos de técnicas especiales.
- Posibilita la utilización de clones bien adaptados a sitios particulares, a diferencia de la producción con semilla, donde existe una variabilidad de respuestas dentro del mismo sitio de plantación.
- No tiene problemas por incompatibilidad entre patrón e injerto o por malas uniones de injerto.
- La planta progenitora suele reproducirse con exactitud sin variación genética.

Con el objetivo de encontrar métodos más rápidos y al menor costo, en diferentes países instauran o modifican técnicas con variantes en cuanto a la madurez del esqueje o el manejo Andújar y Moya (2009), señalan una técnica que corresponde al uso de esquejes herbáceos o semileñosos de un nudo y con una hoja, cortados de la parte terminal de tallos ortotrópicos.

Con este método se pueden garantizar plantas sanas, ya que se asume que los brotes más jóvenes de las plantas podrían no estar afectados por *Phytophthora* o *Fusarium*. Además, este método garantiza mayor cantidad de material de propagación, ahorro de espacio en el enraizador y más sanidad. También se utilizan esquejes semileñosos de dos nudos y una hoja, con los cuales se ha obtenido buen enraizamiento. Para obtener esquejes de buena calidad, los mismos deben ser obtenidos de plantas madres.

En la propagación vegetativa existen muchas ventajas, a partir de las plantas madres es posible reproducir una gran cantidad de plantas en un espacio delimitado; además, se obtiene una mayor uniformidad en las plantas establecidas, debido a la ausencia de variaciones genéticas que, en general, aparecen en las plantas provenientes de semilla. (Hartmann y Kester, 1988)

### **2.7.2 Anatomía y Fisiología de la propagación por esquejes**

Bognetteau (1997), define el esqueje como una parte de la rama de una planta que es apta para la propagación vegetativa, uno de los factores importantes para la obtención del material vegetal por esqueje debe ser ligeramente lignificada, preferiblemente de 1-2 años de edad, el tamaño recomendable es de 0.5 a 1.5 cm de diámetro y de 15 – 25cm de largo, por lo menos debe contener tres o más yemas que permitan emitir raíces adventicias y brotes aéreos.

Las formaciones de raíces adventicias de acuerdo a Stransburger (1994), suelen originarse a partir de células que se dividen en las proximidades del floema de los vasos conductores, los cuales forman un cuello lo que se diferencian de las raíces. Así se producen heridas en la planta herbácea, las células parenquimatosas próximas a la herida se diferencian y vuelven a dividirse para formar un cuello cicatricial, el cual corresponde a un conjunto de células parenquimatosas en varios estados de lignificación para producirse callos que conducen a un nuevo tejido.

Hartmann y Kester (1999), indican que el desarrollo vegetal está influenciado, entre otros factores, por diversas sustancias de síntesis natural, conocidas como hormonas y otros sistemas denominados reguladores de crecimiento; se puede decir que, todas las hormonas regulan el crecimiento, pero no todos los compuestos de crecimiento son hormonas. De las fitohormonas que se conocen en el medio como el etileno, giberelinas, citoquininas, auxinas e inhibidores de crecimiento, como el ácido abscísico; las auxinas son las que tienen el mayor efecto sobre la formación de las raíces

### **2.7.3 Formación de raíces en los esquejes**

Según Botti (1999), la formación y el desarrollo de raíces a partir de los esquejes puede dividirse en cuatro etapas: inducción y diferenciación de un grupo de células meristemáticas (inicio de división celular), aumento de las divisiones celulares para formar los primordios iniciales (aún no determinados), organización de estos grupos en primordios radiculares (cuando hay aproximadamente 1500 células en cada primordio inicial) y crecimiento, diferenciación y emergencia de las nuevas raíces, incluyendo la ruptura de tejidos superficiales para permitir su salida y la conexión vascular con los tejidos vasculares de los esquejes.

Ryugo (1993), Indica que la propagación por esquejes, comúnmente se utilizan, en esquejes de tallo, ya que enraízan mejor que otros órganos, porque tienen mayor cantidad de tejido indiferenciado, facilitando la formación de primordios radicales.

Beltrán y Castillo, (1992), además señalan que la presencia de hojas en los esquejes acelera la tasa de formación de raíces y el número de raíces es proporcional al área foliar.

IIP Qollasuyo (2003) acota, que los esquejes de thola debe ser el pedazo del tallo cortado de la planta madre o de las mejores plantas con bastantes ramillas de aproximadamente 35 a 40 cm de longitud y de 4 a 7 mm de diámetro, se debe recolectar entre septiembre y noviembre, envueltos en trapo húmedo para su traslado al lugar definitivo y enraicé el pedazo de tallo cortado. El proceso es: colocar sobre un plástico de 40 x 25 cm, con aserrín, arena fina o tierra arenosa limpia, humedecer con agua limpia y sobre esta colocar la base del tallo y envolver con un plástico y amarrar con pita, así debe permanecer entre 20 a 30 días, controlar la humedad, luego del enraizado se trasplanta en platabandas a bajo sombra.

## **2.8 Condiciones ambientales durante el enraizamiento**

### **2.8.1 Condiciones de suelo**

Hartmann y Kester(1999), indican que los suelos formados por materiales en estado sólido, líquido y gaseoso, contribuyen a un crecimiento satisfactorio de la planta y deben estar presentes en proporciones adecuadas, donde la textura del suelo depende básicamente de las propiedades relativas de arena, limo y arcilla.

La thola, como cualquier otra especie vegetal, para su desarrollo depende de factores, entre las que se destacan el clima, tipo de suelo y especie; por lo que el IIP Qollasuyo (2003), recomienda realizar estudios de los diferentes factores que intervienen en su crecimiento y la interrelación entre ellos.

### **2.8.2 Condiciones climáticas**

IIP Qollasuyo (2003), menciona que el crecimiento, distribución, comportamiento de los tholares depende de otros factores principalmente del clima: los cuales son analizados mediante la sistematización e interpretación de los registros meteorológicos de la región o provincial. La radiación solar es importante en todos los tipos de crecimiento de las plantas, pues representa la fuente principal de energía para el proceso de la fotosíntesis, en el enraizamiento de esquejes, los productos de las fotosíntesis son importantes para el inicio de las actividades fisiológicas y crecimiento de las raíces. La intensidad y una duración de la luz deben ser de magnitud suficiente para que produzcan carbohidratos en exceso de los que se usan en la respiración.

Badilla y Murillo (2005), para un adecuado enraizamiento de las estacas es necesario establecer un vivero o invernadero con condiciones para lograr los tres factores

principales: a) reducción de la actividad fotosintética, b) humedad relativa alta (>80 a 90%) y un buen manejo del estrés hídrico y c) temperatura ambiente entre 30 y 35 °C. La estructura del invernadero debe ser lo más simple y funcional posible.

## **2.9 Reguladores de crecimiento**

Rojas (2004), indica que el desarrollo normal de una planta depende en gran parte de la interacción de factores externos (luz, nutrientes, agua, temperatura) e internos (hormonas). Las hormonas vegetales o fitohormonas son aquellas sustancias sintetizadas en un determinado lugar de la planta y que se translocan a otro donde actúan a muy bajas concentraciones, regulando el crecimiento, desarrollo, reproducción y otras funciones de las plantas. Hay cinco (5) grupos principales de hormonas y reguladores de crecimiento, las auxinas, giberelinas, citoquininas, el ácido abscísico y el etileno.

Weaver (1996), señala que el objetivo de tratar las estacas con reguladores de enraizamiento es incrementar el prendimiento; es decir, aumentar el porcentaje de estacas que crecen vigorosamente en el vivero o al nivel de campo. Los efectos favorables de estos tratamientos son: la estimulación de la iniciación de las raíces, incremento del porcentaje de estacas que forman raíces, la aceleración del tiempo de enraizamiento; efectos que conducen en un ahorro de la mano de obra y la liberación del espacio en los viveros, mayor cantidad y calidad de raíces y mayor uniformidad de las raíces recién formadas.

### **2.9.1 Clasificación de los reguladores de crecimiento**

Actualmente se reconocen varias clases de reguladores del crecimiento como las auxinas, citoquininas, giberelinas, ácidoabscísico y etileno, que influyen en la estimulación e iniciación del desarrollo de las raíces. De ellos las auxinas son las que ejercen mayor efecto en la formación de las raíces en la propagación de los esquejes (Hartmann, 1992).

Torres (1992), Indica que la reproducción vegetativa de la especie a propagarse depende del estado de diferenciación de los tejidos, estado nutricional y estado fisiológico de la planta madre; es por eso, para poder propagarse más fácilmente una planta necesita estimularse con algún regulador de crecimiento.

### **Auxinas**

Lallana (2001), menciona que las auxinas se encuentran en pequeñas cantidades en las plantas y con mayores concentraciones en los meristemos caulinares, laterales y yemas en actividad, órganos en activo crecimiento. Se debe tener en cuenta que la aplicación de una auxina sobre una planta normal no estimula su elongación, dado que el nivel interno existente es óptimo. Por su parte, Hurtado y Merino (1991) señalan, que las auxinas se sintetizan mayormente en el ápice de los tejidos en crecimiento (ápice apical) y tejidos jóvenes (hojas y yemas).

Otros efectos auxinicos son: inducen la rizogénesis, pero a su vez indirectamente inhiben el crecimiento de las raíces; intervienen en la dominancia apical de las yemas, en el desarrollo del fruto (transformación de las paredes del ovario para formar las paredes del fruto) (Brumel y May, 1987).

### **Citoquininas**

Ascón – Bieto y Talón (2000), mencionan que las citoquininas se sintetizan en los ápices de las raíces y se transportan a través de los brotes hacia las células hijas, el transporte es acropétalo y basipétalo.

Para Lluna (2006), las auxinas no son las únicas fitohormonas que requiere una planta para su crecimiento; requieren también de otro tipo de ellas que favorezca la multiplicación de las células. Las citoquininas son los compuestos con una estructura que se asemeja a la adenina y que promueven la división celular en el tejido no meristemático, tienen funciones similares a la citoquinina, lazetanina, Kinetina y Benziladenina. Los efectos fisiológicos causados por las citoquininas, varía dependiendo del tipo de citoquinina y a la especie de la planta.



Se producen en los ápices de las raíces y viajan hasta el tallo y las ramas por el xilema. Su actividad a nivel celular resulta de su estimulación del proceso de división celular, por lo que: estimulan el crecimiento longitudinal de la planta; favorecen el desarrollo de las yemas axilares para producir ramas y de los brotes tras el periodo invernal, en los bulbos y tubérculos; detienen la caída de las hojas; retrasan el envejecimiento y la muerte de los órganos que las poseen, por lo que se conocen como hormonas de la juventud (Purves, 2002).

### **Giberelinas**

Hutado y Merino (1991), indican que las giberelinas son hormonas que se sintetizan principalmente en el ápice de las plantas (hojas jóvenes y yemas), el transporte es bidireccional (acropetal y basipetal). Se encuentran naturalmente en las plantas y existen varios tipos, siendo las más comunes: GA1, GA3, GA4, GA7, GA9. Las giberelinas son sintetizadas en los primordios apicales de las hojas, en las puntas de las raíces y en semillas en desarrollo. No muestra el mismo transporte fuertemente polarizado como es observado para la auxina, aunque en algunas especies existe un movimiento basipétalo en el tallo.

De acuerdo a Azcon – Bieto y Talon, (2000), el meristemo de acción fisiológica de las giberelinas se ha encontrado principalmente en el proceso de: División y elongación celular, promoviendo la síntesis de RNA y proteínas

Además Rojas. (2004), menciona que la giberelina se encuentran en el floema de las plantas en pocas cantidades. Estos compuestos también son aisladas por exudados del xilema, lo cual establece un movimiento bidireccional de las moléculas en la planta; su principal función es incrementar la tasa de división celular (mitosis), estimulando la división y elongación celular, lo que influye en el incremento del crecimiento en los tallos, llegan a interrumpir el período de latencia de las semillas, haciéndolas germinar y movilizando las reservas en azúcares, inducen la brotación

de yemas, estimulan la síntesis de ARN mensajero y promueven la floración y el desarrollo de los frutos.

### **Etileno**

De acuerdo a Lluna (2006), los hidrocarburos no saturados responden a la fórmula  $CH_2=CH_2-C$ , que influyen en la maduración de los frutos; las funciones principales del etileno se pueden resumir en los siguientes puntos: promueve la maduración de los frutos, promueve la senescencia (envejecimiento), participa en la caída de las hojas y el geotropismo en las raíces.

Rojas. (2004), menciona que el efecto del etileno sobre las plantas y partes de éstas varía ampliamente; en la maduración, abscisión, dormancia, floración y otras respuestas. Las funciones principales del etileno son: maduración de los frutos, promueve la senescencia (envejecimiento), caída de las hojas y geotropismo en las raíces.

### **Ácido Abscisico**

Rojas (2004), indica que el ácido abscisico, están relacionados con los esteroides y carotenoides; la síntesis tiene lugar en las yemas y su función es: promover la latencia en yemas y semillas, inhibir la división celular, causa el cierre de las estomas, es antagónico de las giberelinas e inhibe el crecimiento de las plantas.

### **2.9.2 Uso de fitohormonas para estimular el enraizado**

Torres (1992), indica que la propagación vegetativa de la especie a multiplicarse, dependerá del estado de diferenciación de los tejidos; es decir, del estado nutricional y estado fisiológico de la planta madre; adicionalmente a los nutrientes y de forma general es necesario agregar una o más sustancias de reguladores de crecimiento y frecuentemente se recurren a las auxinas y/o citoquininas. El ácido indolacético suele estimular la formación de raíces en las estacas; sin embargo, el ácido indolbutírico y

el ácido naftalenacético son efectivos para el uso del crecimiento de las raíces (Rojas y Ramírez 1993).

Hartmann (1998), señalan que el ácido indolbutírico (AIB) suele estimular la formación de raíces en las estacas y el ácido abscísico (ABA) es más efectivo para este propósito. Para un uso general en el enraizamiento de estacas de tallo en la mayoría de las especies se recomienda el ácido indolbutírico o a veces el ácido naftalenacético; la determinación del mejor material y la concentración óptima para el enraizamiento de una especie en particular y en un grupo de condiciones dadas, es necesario hacer pruebas empíricas.

Para Ballester (2005), las fitohormonas son productos capaces de retirar la dominancia apical sin perturbar el crecimiento del eje vertical. Este grupo está representado esencialmente por las citoquininas. Estas son sustancias vegetales que se sintetizan en las raíces y estimulan la división celular y ejercen una extensa gama de acciones en la planta.

Este compuesto se mueve poco o nada en las plantas pero cuando lo hacen se translocan principalmente por el xilema. La relación auxinas/citoquininas regula la dominancia apical; mientras las citoquininas regulan el desarrollo de las yemas laterales que son inhibidas por las auxinas generadas en el ápice caulinar.

En estudios realizados por Rojas y Ramírez (1993), incorporaron citoquininas para promover la división celular y la inducción de yemas adventicias en callos y órganos, además usaron estos compuestos para la proliferación de tallos axilares por la ruptura de la dominancia apical; la citoquinina más usada es la BAP (bencilamino purina).

Según Ballester (2005), el Benciladenina (BA) causa la modificación de equilibrios hormonales endógenos como por ejemplo la inhibición de la producción natural de las auxinas por la guía terminal, de lo que se deriva la disminución transitoria de la

dominancia apical, logrando una mejor vascularización y favoreciendo la brotación de las yemas axilares, con un crecimiento lateral.

## **2.10 Medios de enraizamiento**

### **2.10.1 Sustratos utilizados**

Goitia (2006), señala que un sustrato es la mezcla de distintos materiales utilizados en un vivero, entre las que se incorporan, la tierra vegetal, tierra negra, arenilla, lama, guano, compost y tierra del lugar; el sustrato es llenado a las bolsas debe contener nutrientes y una estructura franco limosa a franco arcillosa; en este sustrato las plántulas crecen y se desarrollan hasta su plantación. También considera que la tierra negra, tiene una gran cantidad de materia orgánica descompuesta, pudiendo tener una textura franco a franco arcilloso y una reacción muy ácido (ph 4.0 – 5.0), todas las tierras negras manchan las manos, se encuentran en las zonas altas (3000 m.s.n.m.) y húmedas, por su mayor contenido de materia orgánica se llama turba.

Hartmann y Kester (1999), mencionan también que la arena está formada por pequeños granos de piedra, de alrededor de 0.05 a 2 mm de diámetro, dependiendo en composición mineral de la que tenga la roca madre. En la propagación, generalmente, se emplea arena de cuarzo, de preferencia se debe fumigar o tratar con calor, antes de usarla se esteriliza. Visualmente no contiene nutrientes minerales y no tiene capacidad amortiguadora (buffer) o capacidad de intercambio catiónico; casi siempre se usa en combinación con algún material orgánico.

La función de este material, según Goitia (2006) es mantener una estructura estable en el sustrato, proporcionando nutrientes que requiera la planta y además ayuda a mantener la humedad. El guano o estiércol de vaca, oveja, conejo u otro animal, debe ser utilizado bien descompuesta, tiene características de relación neutral a alcalina (pH 7.0 - 8.0), su función es de proporcionar nutrientes a las plantas porque es un material muy rico en nutrientes y mantiene la humedad; se recomienda utilizar

en pequeños porcentajes debido que es un abono fuerte y podría ocasionar daños a la planta (quema de raíces).

### **2.10.2 Desinfección del sustrato**

Arbolandino (1994), citado por Callisaya (1999) denota, para evitar la presencia de larvas de insectos y hongos que pueden dañar las plántulas recomienda hacer una desinfección del sustrato, que consiste en la utilización de agua hirviente, que se aplica 15 litros para 2m<sup>2</sup> de sustrato, 24 horas antes de la siembra; el éxito depende de una buena distribución del agua en el sustrato. Sin embargo, utilizando formaldehidos (250cm<sup>3</sup>) de formol al 10% disuelto en 15 litros de agua y asperjado a 3m<sup>2</sup> de sustrato, proteger luego con un plástico para evitar la evaporación de los gases, luego de 48 horas se destapa y se comprueba que el olor de formol haya desaparecido.

### **2.10.3 Relación del sustrato para enraizamiento**

Callisaya (1999), sugieren que para la propagación de estacas de cualquier especie latifoliada, tenga una relación de sustratos combinados de tierra agrícola, estiércol y arena en una relación de 3:1:2.

Tipo (2000), menciona también que el sustrato de almacigo es el medio en el cual la semillas y las estacas enraízan, este debe ser un material suelto fino, poroso liviano; de tal manera, que permita una buena formación de raíz de todas las especies, por tanto el sustrato debe tener una textura arenosa o liviana.

### **3. LOCALIZACIÓN**

#### **3.1 Ubicación geográfica**

El presente trabajo de investigación se realizó en los predios de la comunidad de Lucurmata del municipio de Pucarani, Provincia Los Andes, a una distancia de 34 Km. dirección noroeste de la ciudad de La Paz y a una altura de 3825 m.s.n.m., cuyas coordenadas geográficas son: 16°32'11,44" Latitud Sur, 68°43'44,15" Longitud Oeste.

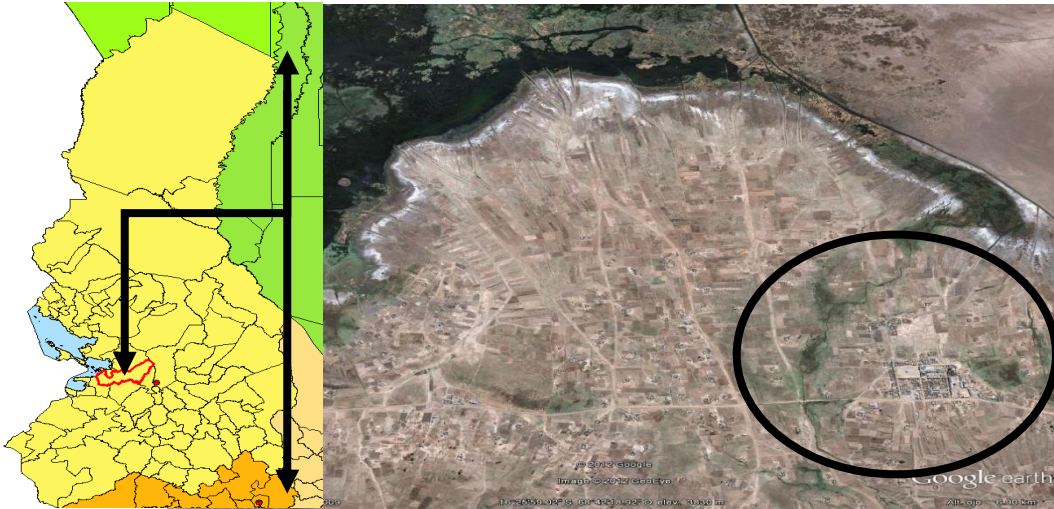
#### **3.2 Características climáticas**

La topografía de la zona se caracteriza por presentar serranías bajas con laderas regulares, irregulares y planicies con ondulaciones poco pronunciadas.

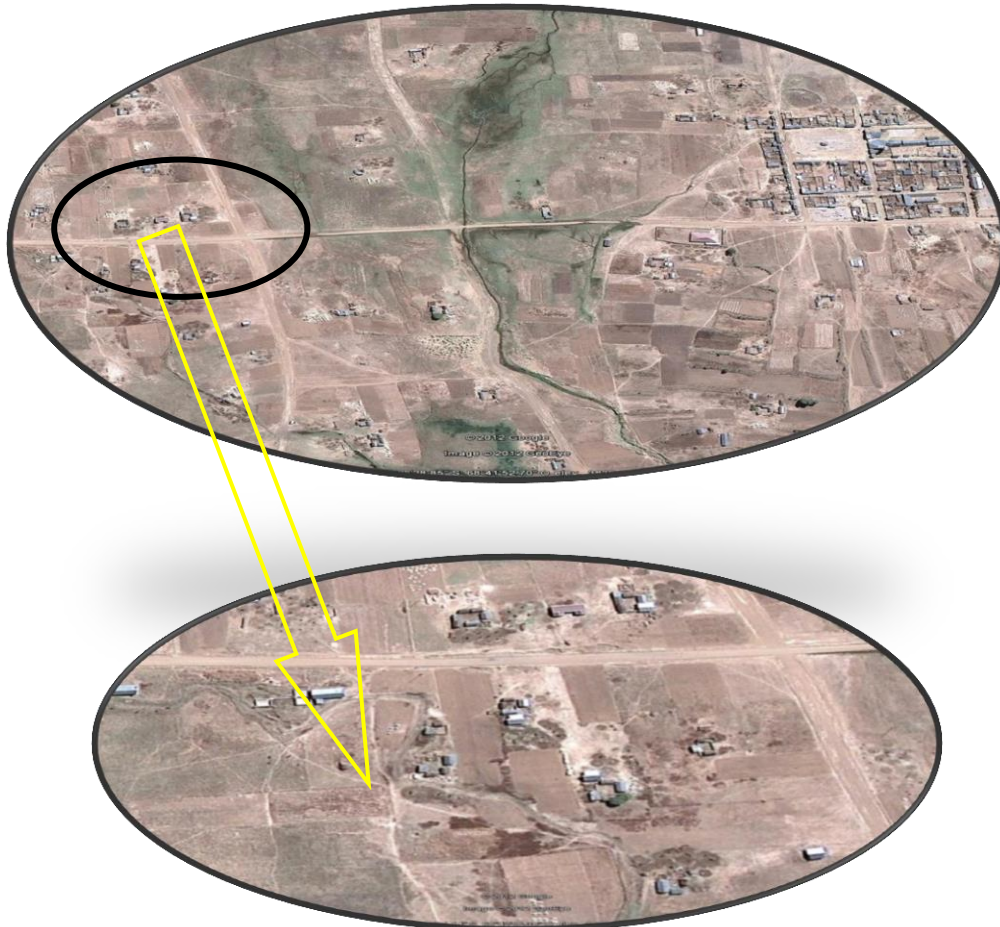
La temperatura mínima promedio ambiente es de -3.2°C y la temperatura ambiente alcanza los 24°C. Con precipitaciones promedio anual acumulados de 600 mm con vientos en dirección SE, velocidades de 5.0 nudos y una humedad relativa de 40 a 69% (SENAMHI 2011).

***Figuras 1. Municipio de Pucarani, Vista Satelital de las comunidades de Chojasivi, municipio de Pucarani .***





**Ubicación del trabajo de investigación**



Fuente: Google Earth. 2012

### **3.3 Descripción de la zona de estudio**

#### **3.3.1 Flora amenazada**

De acuerdo PROJECT CONCERN INTERNACIONAL (2011), en las laderas de lago Titicaca existen especies de pastos nativos que están en vías de extinción, como el grano Wichhu (*Festuca brachiphylla*), Huayllawichhu (*Festuca febrigii*), Añawaya (*Adesmia miraflorensis*), Thola (*Parastrephia lepidophylla*) y Wilallawara (*Stipain conspicua*), entre otras.

#### **3.3.2 Fauna existente**

Entre la fauna importante y prioritaria para su conservación según Aparicio (2003), esta bajo alguna categoría de amenaza, estas especies son: *Chaetophractus nationi* (quirquincho), *Hippocamellus antisensis* (taruka), *Vicugna vicugna* (vicuña), los gatos andinos o comúnmente llamados titi (*Oreailurus jacobita* y *Felis colocolo*), *Felis concolor* (puma) y el canido *Pseudalopex culpaeus* (zorro andino).

#### **3.3.3 Importancia para su conservación de la thola y su hábitats**

CIPCA (2008), reporta que los tolares (*Baccharis* sp. y *Parastrephia lepidophylla*) son ecosistemas amenazados por la extracción permanente de leña para uso industrial y doméstico; además, es utilizado para forraje del ganado; estas especies junto a las cactáceas constituyen de vital importancia para las comunidades vegetales, que permanecen en medios aislados, con superficie reducida, dispersos y fuertemente amenazados por el sobre pastoreo, la extracción de leña y la expansión de la frontera agrícola.



## 4 MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Materiales

#### Materiales de campo

- 1 libreta de campo
- 1 cámara fotográfica
- 10m de polietileno
- 1 picota
- 1 pala
- 1 kilos de clavos
- 1 rollo de alambre tejido
- 4 postes de palo de 3 m.
- 8 postes de palo de 2,5 m.
- 8 postes de palo de 1,5 m.
- Para la semisombra paja (*Festuca ortosphila*)
- 1 tijera podadora
- 2 alambre de amarre
- 1 flexómetro
- 3840 bolsas de 15x25cm
- 1 regadora
- 1 martillo
- 1 carretilla
- repicador para hoyos
- cernidor para la preparación del sustrato

#### Materiales de evaluación

- 192 tarjetas de identificación
- 1 termómetro ambiente
- 1 Wincha de 3 mts.
- el sustrato (tierra del lugar, arena, estiércol de oveja)
- enraizadores ácido indolbutirico (AIB) – Benciladenina (BA)
- 1 termómetro de máximas y mínimas
- 1 regla de 30cm
- 1 balanza analítica graduado en cm

#### Materiales vegetales y otros

- 3840 esquejes de thola (*Parastrephia lepidophylla*) de 15.cm de longitud
- 1 máquina de calcular cassio fx-6300g.
- material de escritorio

## **4.2 Métodos**

### **4.2.1 selección del terreno.**

Primeramente se evaluó el lugar definitivo para el establecimiento del vivero temporal, preparando la limpieza del lugar para poder realizar el manejo técnico y su buen seguimiento de los tratamientos. Con una pendiente adecuada de (0.25%).

### **4.2.2 Construcción del ambiente atemperado.**

La construcción del ambiente atemperado temporal debe tener una orientación de norte a sur y una fuente de agua para poder realizar los riegos correspondientes. Una vez instalado el ambiente atemperado fue protegido de los daños que pueden causar los animales que habitan en el medio y de los daños ambientales.

### **4.2.3 Preparación del sustrato.**

Una vez delimitado el lugar y construido la Cámara de Enraizamiento se procedió al preparado del sustrato, compuesto de: arena de río, estiércol de oveja y la tierra del lugar con una relación de 2:1:3 mencionado según bibliografía.

La tierra, arena y el estiércol fueron tamizados con el propósito de eliminar los terrones de mayor tamaño, el sustrato se preparó de la siguiente manera:

La terceras partes de tierra agrícola (componente principal) extraída del mismo sitio donde se ubicó la cámara de enraizamiento, dos partes de arena fina y una parte de estiércol de oveja, que sirvió para suministrar nutrientes a los esquejes de thola.

Ya teniendo preparado el sustrato, luego se procedió al desinfectado del mismo para prevención del ataque de hongos, gusanos y semillas de malas hierbas. Para este propósito se aplicó agua a 85 °C de temperatura con una regadera de chorro fino, en una cantidad de 6 litros por metro cuadrado de sustrato. Después de las 48 horas

se procedió al llenado de las bolsas con perforaciones para facilitar el drenaje de agua, luego se acomodó las bolsas de acuerdo al diseño de la investigación y se procedió al riego de las mismas antes de la puesta de los esquejes.

#### **4.2.4 Selección del material vegetal.**

Se realizó la selección de las plantas con bastantes ramas, flores, de buen porté y estatura, de las plantas ideales se extrajo la parte apical, los cuales estos esquejes tenían una medida de 15cm de largo. Las herramientas utilizadas para la recolección de los esquejes son navajas de injertar y tijeras podadoras, debidamente desinfectadas.

#### **4.2.5 Preparación de los esquejes.**

Estos esquejes se transportaron envueltos en papel periódico húmedo y yutes con arena para evitar su deshidratación hasta el lugar de la investigación.

#### **4.2.6 Aplicación de las fitohormonas.**

Una vez recepcionados los esquejes se procedieron a poner en un recipiente con agua para su posterior aplicación con la solución. Como se menciona en la investigación teniendo que usar tiempos diferenciados de aplicación de fitohormonas, luego se procedió al preparado de tres recipientes con distintas soluciones en polvo y otros tres recipientes para la solución líquida.

#### **4.2.7 Trasplante de los esquejes al lugar definitivo.**

Con el fin de permitir un buen trasplante de los esquejes y así lograr que la hormona siga en contacto con esta es necesario hacer un hueco con un repicador en el centro del sustrato contenidos en las bolsas de repique a una profundidad de 3 a 5cm,

procediendo así y procurando no despegar la hormona del tallo en el momento de introducirla al lugar definitivo.

#### **4.2.8 Diseño experimental**

Para la etapa de campo se utilizó un diseño experimental “completamente al azar con arreglo factorial de dos factores en estudio”, con 12 tratamientos y 4 bloques, mencionado según (Ochoa 2006), para este tipo de investigación.

#### **4.2.9 Modelo lineal**

El modelo lineal aditivo estadístico utilizado se baso en procedimientos recomendados por (Calzada, 1970), para este tipo de modelo lineal.

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

**Donde:**

$Y_{ijk}$  = Observación de una unidad experimental

$\mu$  = Efecto de la media o mediana general

$\alpha_i$  = Efecto del  $i$  – esimo factor de tiempo de inmersión de los esquejes

$\beta_j$  = Efecto del  $j$  – esimo factor de las fitohormonas

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Efecto de la interacción del  $i$  – esimo factor de tiempo de inmersión con el  $j$  – esimo factor de aplicación de las fitohormonas

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental

#### **4.2.10 Factores de estudio**

**Factor A: tiempo de inmersión de los esquejes en fitohormonas**

a1 = 1 minuto

a2 = 15 segundos

a3 = 15 minutos

a4 = al instante de aplicación

**Factor B: Fitohormonas enraizadores**

b1 =Citocininas (Benciladenina BA)

b2 =auxinas (Acido Indolbutirico – AIB)

b3 = testigo (sin aplicación de enraizadores)

**4.2.11 Formulación de tratamientos**

Los tratamientos se establecieron (tabla 1) en el siguiente orden: los esquejes apicales, tratadas con dos enraizadores comerciales: Radix (acido 3indolbutirico), Accel (benciladenina) y cuatro tiempos determinados de aplicación y un testigo, combinados en doce arreglos y cuatro repeticiones con un total de 48 unidades experimentales.

**Tabla 1: formulación de tratamientos con fitohormonas**

| <b>TRATAMIENTOS</b> | <b>FACTOR A</b><br>tiempo de inmersión de los<br>esquejes en las fitohormonas | <b>FACTOR B</b><br>Fitohormonas enraizadores |
|---------------------|---|--|
| <b>T1</b>           | a 1 = 1 minuto  | b1Citoquinina(Benciladenina BA)              |
| <b>T2</b>           | a 1 = 1 minuto  | b2 auxinas (Acido Indolbutirico – AIB)       |
| <b>T3</b>           | a 1 = 1 minuto  | b3 testigo (sin aplicación de enraizadores)  |
| <b>T4</b>           | a 2 = 15 segundos   | b1 Citoquinina(Benciladenina BA)             |
| <b>T5</b>           | a 2 = 15 segundos   | b2 auxinas (Acido Indolbutirico – AIB)       |
| <b>T6</b>           | a 2 = 15 segundos   | b3 testigo (sin aplicación de enraizadores)  |
| <b>T7</b>           | a 3 = 15 minutos  | b1 Citoquinina(Benciladenina BA)             |
| <b>T8</b>           | a3 = 15 minutos   | b2 auxinas (Acido Indolbutirico – AIB)       |
| <b>T9</b>           | a3 = 15 minutos   | b3 testigo (sin aplicación de enraizadores)  |
| <b>T10</b>          | a 4 = al instante   | b1 Citoquinina(Benciladenina BA)             |
| <b>T11</b>          | a4 = al instante  | b2 auxinas (Acido Indolbutirico – AIB)       |
| <b>T12</b>          | a4 = al instante  | b3 testigo (sin aplicación de enraizadores)  |

#### 4.2.12 Análisis estadístico

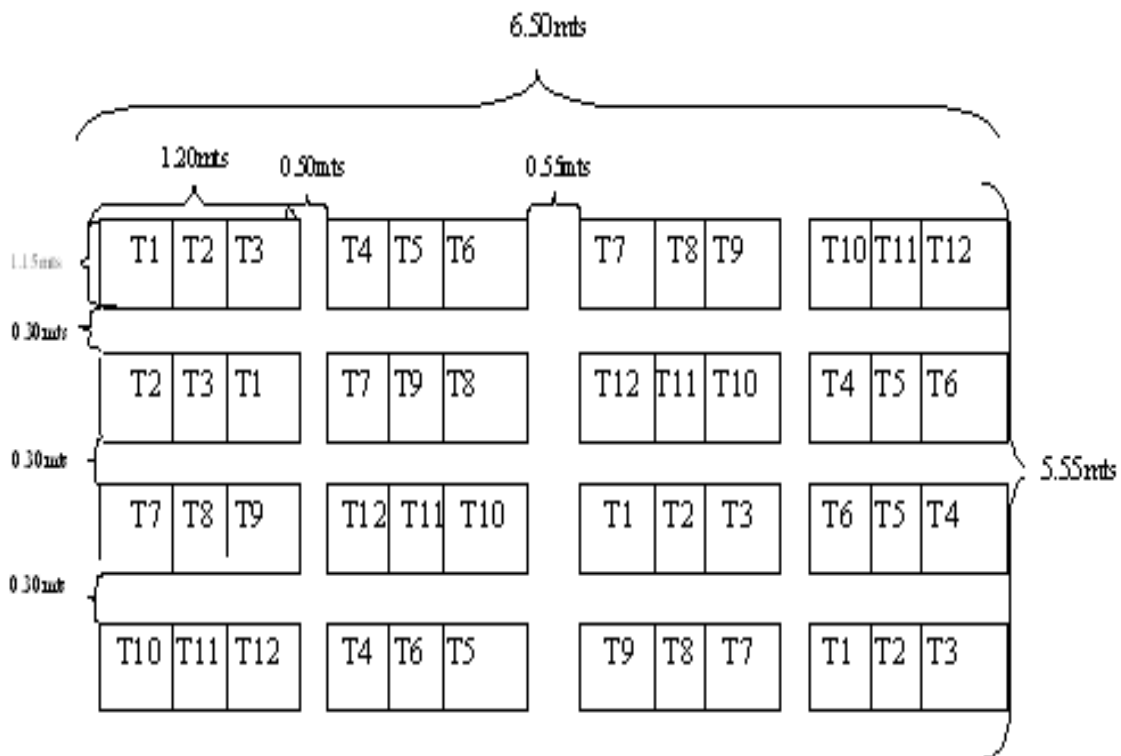
##### Prueba de medias de Duncan

Se realizó la prueba de medias de Duncan a un nivel de significancia del 5%, para la determinación de la diferenciación entre medias de los diferentes factores de estudio.

#### 4.2.13 Croquis experimental

**Figura 2. Croquis experimental del estudio con la aplicación fitohormonas**

**Fuente: elaboración propia**



El campo experimental presenta la siguiente característica:

- Área total 35.75mts<sup>2</sup>,
- Área a lo largo 6.5mts
- Área de lo ancho 5.5mts

- Pasillos 0.50mts y 0.30mts
- Unidades experimentales 48
- Numero de tratamientos 12
- Numero e repeticiones 4
- Numero de esquejes 3840
- Por cada unidad experimental se tiene 80 esquejes
- Por cada repetición se tiene 240 esquejes

### **4.3 Labores culturales**

#### **Riego**

Una vez preparado los esquejes para la puesta en el sustrato se procedió a regar dos días antes, para que el sustrato no se encuentre seco y los esquejes no sufran un estrés hídrico. Las primeras semanas después de la colocación de los esquejes se regaron todos los días con una regadora manual gastando en todo el experimento por día un total de 40lts de agua x bloques. Pasado los 44 días después de la implantación y cuando estaban saliendo los primeros brotes se procedieron a regar día por medio, hasta la finalización del experimento.

### **4.4 Variables de respuesta**

Para el presente estudio se realizaron las siguientes observaciones, mediciones y evaluaciones para las variables de respuestas.

#### **4.4.1 Porcentaje de prendimiento de los esquejes (PREND)**

Se tomo esta variable a partir de los 44 días después de la puesta de los esquejes. Según (IIP Qollasuyo 2003), se tiene que esperar 60 días después del colocado de los esquejes; sin embargo, se evidencio que los primeros brotes se registraron a los 44 días después de la puesta de los esquejes, para luego proceder a medir cada 15 días hasta la culminación del experimento.

Se consideró una estaca prendida aquella que presentaba yemas brotadas y se hizo una relación entre el número de estacas que presentaron brotes con el número total de estacas por tratamiento a los 44, 59, 74, 89, 104, 119 y 134 días.

Noboa (2010), considera el porcentaje de prendimiento a :

$$\% \text{ prendimiento} = \frac{\text{\# de estacas con brotes}}{\text{\# de estacas por tratamiento}} \times 100$$

#### **4.4.2 Altura de la planta (ALTPL)**

La altura se midió a los 44 días después de la puesta de los esquejes (cada 15 días se evaluó) por cada unidad experimental, se tomo muestras al azar con una regla graduada y se midió desde el cuello de la yema apical de la planta hasta la base, se tomó en cuenta la medida inicial de 11cm de la altura de la planta, sin contar con los centímetros introducidos.

#### **4.4.3 Días de brotación (BROT)**

Se tomaron en cuenta los días transcurridos desde el momento del plantado de esquejes hasta que el 50% o mas de esquejes prendidas que emitieron sus primeros brotes.

**Figura 3. Hojas adosadas al tallo a los 30 días después del plantado en la bolsa.**





#### 4.4.4 Velocidad de crecimiento (VOLC)

Se evaluó en función del tiempo y la altura de crecimiento, evaluándose después de la puesta de los esquejes a los 44, 59, 74, 89, 104, 119 y 134 días expresados en cm, para lo cual se tomó una regla graduada.

#### 4.4.5 Longitud de la raíz (LONGRAD)

Se midió desde el cuello de la planta hasta el final de la raíz principal midiéndose en cm con una regla graduada, se evaluó cuatro muestras por cada unidad experimental cada 15 días se tomó las evaluaciones correspondientes.

Noboa (2010), considera la longitud de la raíz a través de esta formula

$$\text{Longitud de raíz} = \frac{\Sigma \text{ longitud (cm)}}{\# \text{ De estacas prendidas por tratamiento}}$$

**Figura 4. Longitud de raíz en la toma de datos.**



#### **4.4.6 Peso foliar en seco(PESOFOL)**

A los 44 días después de la puesta de los esquejes, se evaluaron cada 15 días, al azar se tomó cuatro muestras por cada unidad experimental. Evaluándose así las hojas secas adosadas a los tallos en gramos.

#### **4.4.7 Peso de raíces en seco(PRAD)**

A los 44 días después de la puesta de los esquejes, se evaluaron cada 15 días al azar tomando cuatro muestras al azar por cada unidad experimental. Posteriormente se secaron las raíces en la sombra y luego llevada a una estufa por un lapso de tres días para su posterior pesaje en gramos a 70°C.

#### **4.4.8 Número de raíces (RADSEG)**

Se realizó el conteo de todas las raíces de las plantas separándolas cuidadosamente al final del experimento, sacando cuatro muestras al azar por cada unidad experimental.

**Figura 5. Raíces en los esquejes de thola**

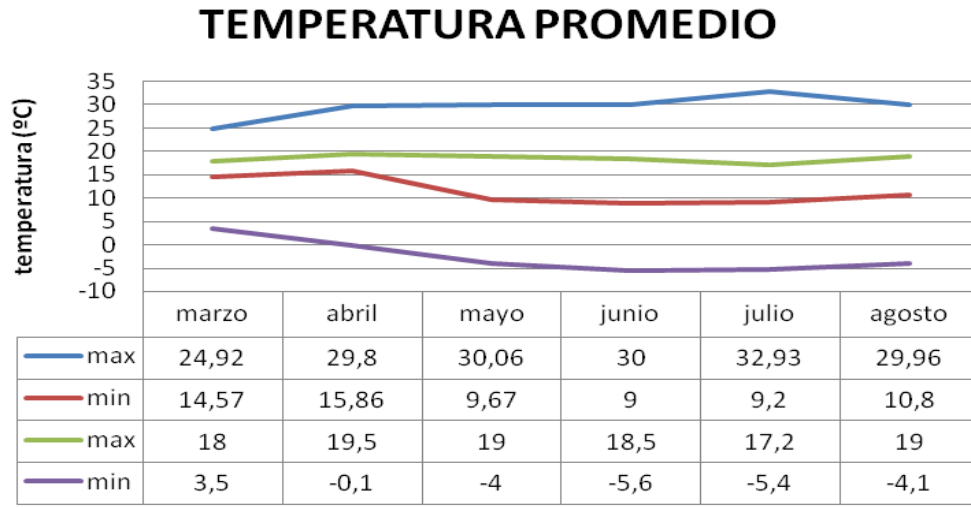


## 5 RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 5.1 Datos meteorológicos registrados durante el estudio

#### 5.1.1 Temperaturas

Figura 6. Temperaturas promedio, gestión 2011.



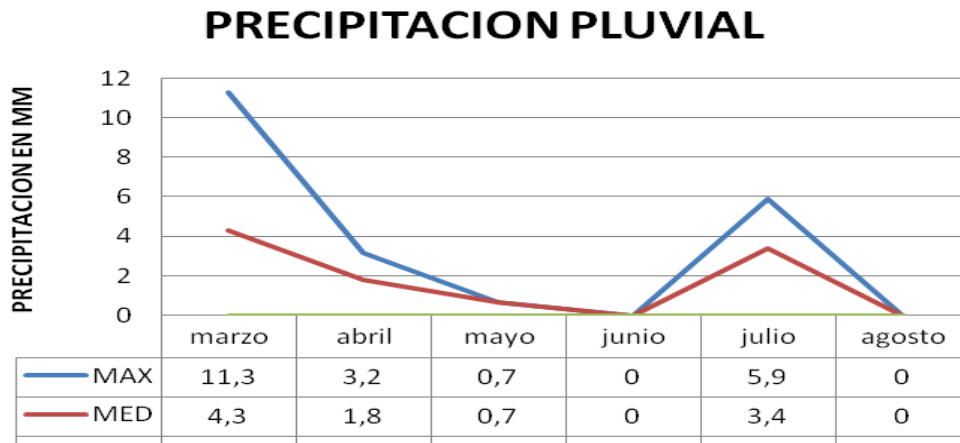
En la figura 6, se puede observar la variación de las temperaturas máximas y las mínimas registradas durante el tiempo de evaluación de los esquejes de thola, la misma que fueron registradas a partir del mes de marzo hasta fines del mes de agosto, en la figura 6 se observa que la temperatura máxima en el mes de julio fue de 32.93 °C y una mínima de 9°C. Esto nos indica que la temperatura bajo ambiente controlado durante el día resultó bastante favorable para las actividades fisiológicas del material vegetal en la fase de multiplicación vegetativa.

En la misma figura (6), se puede observar también la variación de las temperaturas máximas y mínimas registradas a campo abierto, tomando datos desde el mes de marzo hasta fines del mes de agosto; en el cual se observa que las temperaturas máximas en el mes de abril es 19.5°C y una mínima de 5.6°C bajo cero registrada en el mes de junio. Esta variación de la temperatura durante el día es desfavorable para las actividades fisiológicas y tecnológicas del material vegetal ya que se presentan

heladas y sequías por estas temperaturas bajas, que ciertamente ocasionaría desequilibrios fisiológicos y la muerte súbita de los platines.

### 5.1.2 Precipitación

Figura 7. Precipitación registrada, gestión 2011.



En la figura (7), se presenta el registro de las precipitaciones durante el periodo de evaluación del ensayo, las mismas se describen desde el mes de marzo hasta finales del mes de agosto. Se observa que la mayor precipitación fue en el mes de marzo con 11.3 mm y la ausencia de lluvias registradas fue en los meses de Julio y agosto, según SENAMHI (2011) – La Paz. Lo cual demuestra que las especies entran a una etapa de dormancia: que es característico de las especies arbóreas y arbustivas de las zonas del altiplano boliviano; ello debido a la ausencia de humedad en el suelo y a las temperaturas bajas, que suelen registrarse durante la época invernal y seca.

### 5.2 Parámetros de evaluación

Los resultados obtenidos en el experimento en el estudio de investigación de propagación vegetativa de esquejes de thola, en ambiente atemperado, mediante la aplicación de fitohormonas o reguladores de enraizamiento, a diferentes tiempos realizada en la comunidad de Lucurmata, permitió identificar cual de ellos es el mas eficiente enraizador, que a continuación se tiene la interpretación de los datos y sus respectivas discusiones.

**5.2.1 Estadística descriptiva de las variables en estudio****Tabla 2. Estadística descriptiva para variables de respuesta: gestión 2011 en la comunidad de Lucurmata del Municipio de la 1ra sección de Pucarani.**

| ID | Variabes             | Promedio | Mediana | DE   | Varianza | Curtosis | Rango | Mín. | Máx. |
|----|----------------------|----------|---------|------|----------|----------|-------|------|------|
| 1  | PREND†               | 64,79    | 64,79   | 7,45 | 55,53    | -0,45    | 30    | 50   | 80   |
| 2  | ALTPL <sup>+</sup>   | 22,92    | 22,65   | 3,45 | 11,96    | -1,15    | 11,8  | 16,2 | 28   |
| 3  | BROT†                | 24,41    | 23      | 5,25 | 27,61    | -0,89    | 18    | 17   | 35   |
| 4  | VOLC <sup>+</sup>    | 22,92    | 22,65   | 3,46 | 11,96    | -1,15    | 11,8  | 16,2 | 28   |
| 5  | PESOFOL $\pm$        | 4,69     | 4,43    | 1,07 | 1,14     | -1,36    | 3,4   | 3    | 6,4  |
| 6  | PRAD $\pm$           | 3,14     | 3       | 1,42 | 2,02     | -0,96    | 4,76  | 1    | 5,76 |
| 7  | LONGRAD <sup>+</sup> | 23,39    | 22,45   | 8,83 | 14,72    | -1,35    | 13    | 17   | 30   |
| 8  | RADSEG <sup>+</sup>  | 23,1     | 22      | 3,92 | 15,37    | -1,35    | 13    | 17   | 30   |

6 † = %<sup>+</sup> = cm $\pm$  = gr

El comportamiento de las variables en términos de estadística descriptiva Tabla (2), destaca que la altura de planta (ALTPL) y la Velocidad de crecimiento (VOLC) promedio general es de 22.92 cm respectivamente, con una variación promedio de  $\pm 11.96$ . En ambos promedios, se puede apreciar que el comportamiento en términos de función en la distribución (normalidad), se encuentra cerca de los parámetros permisibles. En la cual la dispersión absoluta de las variables se encuentra dentro el marco de lo esperado, donde el margen de error es dado al 10% reportado para experimentos de esta naturaleza.

En la misma tabla podemos observar que las variables de prendimiento (PREND) y días de brotación (BROT) obtuvieron un promedio de 64.79 y 24.41% respectivamente, los cuales presentan una variación promedio de  $\pm 7.45$  y  $\pm 5.25\%$  respectivamente. En estas dos variables, se puede identificar que el comportamiento en la distribución normal, se encuentran en los rangos permisibles, así mismo los datos tomados son confiables en el cual los cálculos de dichas variables se empleo con un análisis paramétrico.

Las variables de peso foliar (PESOFOL) y el peso de raíz (PRAD), presentan un promedio de 4.69 y 3.14 gr respectivamente, con una variación promedio con respecto a la media de  $\pm 1.07$  y  $\pm 1.42$  gr. La prueba estadística, a través de un análisis paramétrico se ve confiable por los indicadores de normalidad, mismos que se encuentran entre los rangos permisibles, exceptuando el coeficiente de curtosis de la variable PESOFOL en relación a su media, que se presenta ligeramente distante de la distribución ideal, aspecto que puede deberse a las características de los esquejes en estudio. La dispersión absoluta para la variable PESOFOL se encuentra dentro de los rangos esperados.

El análisis de las variables de la longitud radicular (LONGRAD) y el número de raíces (RADSEG) muestran los siguientes promedios generales, 23.39 y 23.10 cm respectivamente, con una variación promedio de 3.83 y 3.92 cm respectivamente. Estas variables presentan valores de curtosis que se encuentran en el rango permisible en la distribución de la función de normalidad, aspecto que favorece la continuidad del análisis de estas variables y presentan una dispersión absoluta, dentro de un rango del 10% de margen de error.

### **5.2.2 Análisis de Varianza y Prueba de promedios para el PREND, ALTPL y LONGRAD**

La comparación entre la fitohormonas versus tiempos de aplicación para la variable PREND, presenta una diferencia estadísticamente no significativo ( $p > 0.196$ ) por el cual se denota un efecto diferencial del tipo de fitohormona y el tiempo de aplicación de los esquejes. El coeficiente de variación es confiable ya que alcanza un 6.36%, aspecto que esta dentro de los rangos permisibles, lo cual fortalece la inferencia de la misma respecto al factor en estudio. Así mismo, indicar que el coeficiente de determinación proyecta da a notar que la varianza en función de los factores en estudio presenta un 74%, dejando un margen de influencia de factores no contemplados en el estudio del 26% en un rango permisible.

Así mismo, en la tabla (3), se puede observar que la thola debido a su naturaleza y a sus características propias se puede adapta a ambientes atemperados, en la cual mediante la aplicación de las diferentes fitohormonas de enraizamiento (líquido y en polvo), mismas que sin importar el tiempo de aplicación y a su capacidad de absorción de la hormona aplicada.

Al respecto, Badilla y Murillo (2005), indican que para lograr un adecuado enraizamiento de las estacas es necesario establecer un vivero en un lugar que permita adecuarse a los tres factores principales, temperatura, humedad, y luz, en la cual una reducción en la actividad fotosintética permita elevar el porcentaje de prendimiento, en el caso de la humedad relativa que contemple los rangos de (80.0, 90.0%), permiten elevar el prendimiento de los esquejes y un buen manejo del estrés hídrico con una temperatura ambiente entre 30 y 35 °C.

En el presente estudio de investigación se mantuvo las condiciones similares para que se produzca un mayor porcentaje de prendimiento de los esquejes de la thola.

**Tabla3. Análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento (PREND), alturas de planta (ALTPL) y longitud radicular (LONGRAD), durante la gestión 2011.**

| Fuentes de Variación                 | Cuadrado Medio |        |               |        |               |         |               |
|--------------------------------------|----------------|--------|---------------|--------|---------------|---------|---------------|
|                                      | GL             | PREND  | $p^{\dagger}$ | ALTPL  | $p^{\dagger}$ | LONGRAD | $p^{\dagger}$ |
| tiempo                               | 3              | 63,84  | 0,026*        | 1,8    | 0,637 ns      | 1,302   | 0,646 ns      |
| fitohormona                          | 2              | 793,38 | 0,0001**      | 208,11 | 0,0001**      | 293,74  | 0,0001**      |
| tiempo x fitohormona                 | 6              | 28,21  | 0,196 ns      | 4,53   | 0,228 ns      | 2,803   | 0,327 ns      |
| Coef. Variación. (C.V)               |                | 6,36   |               | 6,18   |               | 7.63    |               |
| Coef.Determinación.(R <sup>2</sup> ) |                | 74     |               | 79     |               | 87      |               |

<sup>†</sup> $p > F$

En el análisis de la variable ALTPL, presenta una diferencia estadísticamente no significativa ( $p > 0.228$ ) que expresa la diferencia entre el tiempo de aplicación versus fitohormona de enraizamiento, en la expresión morfológica. El coeficiente de variación alcanzo un 6.18 % de error que esta dentro lo permisible. Así mismo,

indicar que el coeficiente de determinación proyectada es una explicación de la varianza en función a los factores en estudio del presente en un 79%, dejando un margen de coeficiente de determinación del 21% contemplado en el estudio de investigación.

El incremento de la altura de la vareta de Thola (*Parastrephia lepidophylla*), se evaluó a los 59 días después del plantado, de los esquejes en las bolsas de repique, en el mes de marzo, hasta la última toma de datos efectuados en el mes de agosto a los 134 días. En el transcurso de la evaluación en la cámara de enraizamiento, se pudo observar incremento en la altura del esquejes. Lo cual se puede prescribir que las hormonas aplicadas cumplan también la función de fertilizante, así iniciando el desarrollo del callo y la formación de las raíces adventicias.

El análisis en la variable LONGRAD, presenta una diferencia estadísticamente no significativa ( $p > 0.327$ ) que expresa la diferencia entre los tiempos de aplicación versus fitohormonas de enraizamiento. El coeficiente de variación alcanzó un 7.63 %, aspecto que afirma que estos resultados son confiables en relación al tipo de investigación realizada, en la cual se puede indicar que el coeficiente de determinación proyectada es de 87% en el presente estudio.

Además podemos indicar la existencia de diferencias no significativas entre las diferentes fitohormonas en estudio, con respecto a la longitud de la raíz; esto podría ser debido a las características propias de cada fitohormona (composición química) y al tipo de aplicación, sobre todo en los intervalos de tiempo.

Haissig y Riemenschneider (1988), mencionan que para la formación de raíces, existe una contradicción con respecto a los factores que influyen en la capacidad de enraizamiento, dependiendo de las características genéticas del material vegetal a propagar, así mismo la edad de las plantas, en la cual se suma los suplementos físicos, químicos, como también los nutricionales ya que estos son factores exógenos de los reguladores de las hormonas, en algunos casos, esta habilidad cambia de



acuerdo con la época del año. También existen los efectos genéticos que pueden influir en la propagación.

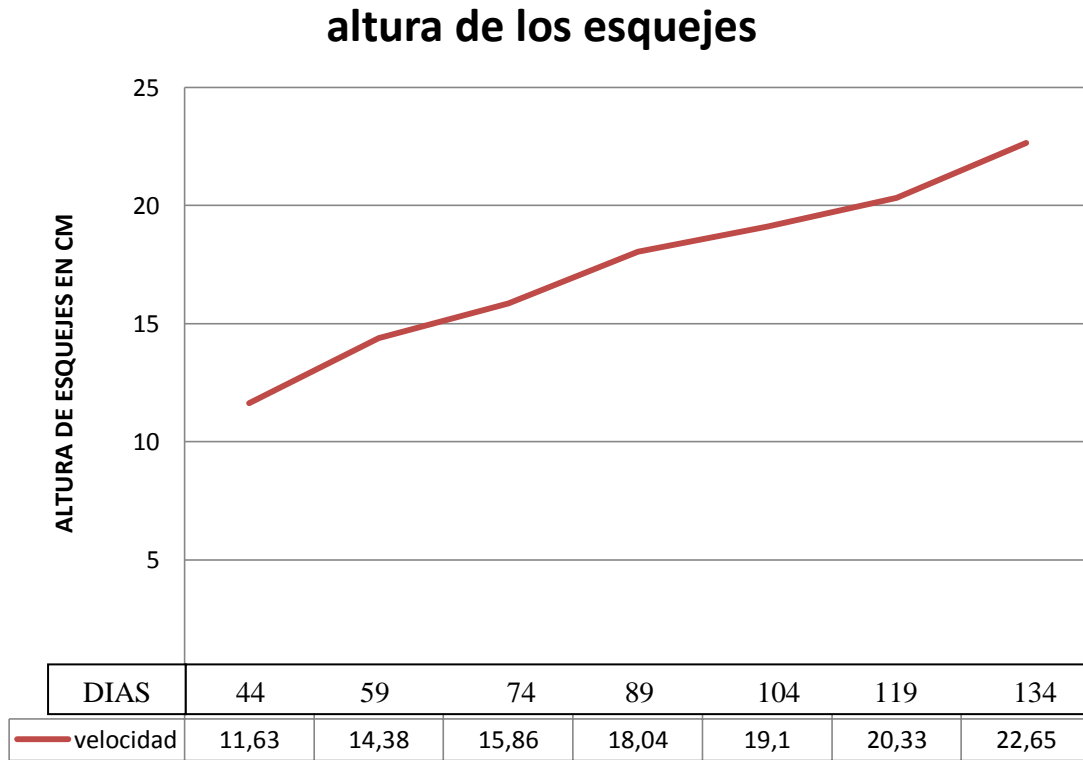
Corroborando esta afirmación Cabello (1990), señala que la cantidad de raíz y longitud de la misma puede variar con la condición ambiente y el tipo de tratamiento con auxinas y citoquininas, bajo condiciones de ambientes atemperados, las estacas desarrollaron un buen sistema radicular, con raíces largas, siendo bastantes numerosas y con raíces secundarias laterales.

En el estudio de investigación se obtuvo un promedio de la raíz es de 27.71 cm de longitud siendo aceptables según ILCE (2011), lo cual afirma que es conveniente que el sistema radicular este bien desarrollado, la misma que permitirá esta característica obtener plantas con mejor vigor y lista para el trasplante al sitio definitivo.

González (2002), recomienda mejorar las condiciones de enraizamiento de los esquejes, creándole un microclima húmedo para que no exista mucha evapotranspiración de agua, reduciendo la exposición a la radiación solar directa. Para ello existen mini invernaderos que están dotados de calentadores del sustrato a temperaturas ideales de 20 a 25° C con una mejora en el enraizamiento.

Es por ello que en el ambiente atemperado se dio el enraizamiento en condiciones adecuadas de temperatura de 25 a 30°C, manteniendo una humedad relativamente apta para el enraizamiento del material vegetal (70%).

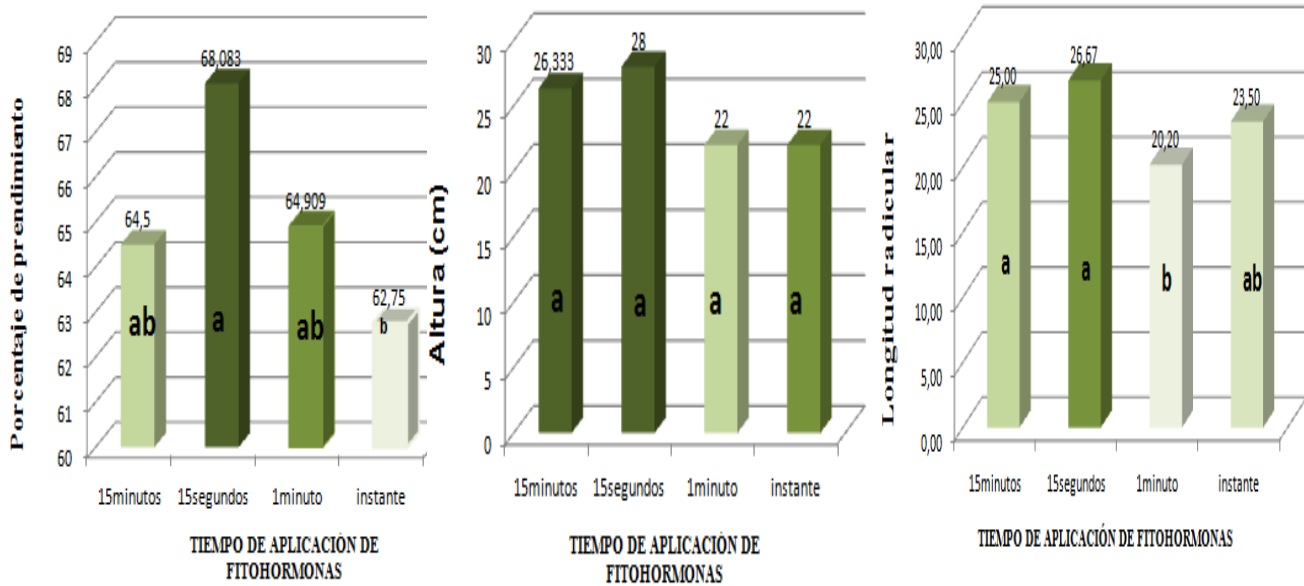
**Figura 8. Días transcurridos y evaluados para las alturas de esquejes en cm.**



En el momento de plantado de los esquejes se tuvo un promedio de 11.63 cm de altura, como se observa en la figura (8) y no hubo diferencias de alturas en este periodo, al transcurrir el tiempo se pudo evidenciar el crecimiento de las varetas de thola, que se dio a los 74 días de evaluación con un incremento de 14 cm de altura, con la aplicación de auxinas, seguido con 15.86 cm promedio en 89 días de evaluación a la finalización de la toma de los datos que fue a los 134 días; también se pudo evidenciar que tuvo una altura de 22.65 cm en los esquejes seleccionados al azar para su respectiva toma de datos.

### 5.2.3 Tiempo de aplicación de las fitohormonas del PREND, ALTPL y LONGRAD.

**Figura 9 Promedio y dispersión promedio correspondiente a las variables porcentaje de prendimiento, alturas de plantas y longitud radicular evaluadas en la fase de desarrollo**



El promedio y dispersión corresponde a las variables porcentaje de prendimiento, altura de la planta y longitud radicular que se presenta en la figura (9), misma que se acompaña con la prueba de promedio de rango múltiple de Duncan, donde la comparación secuencial del porcentaje de prendimiento, altura de la planta y longitud radicular considerando las fitohormonas, los tiempos aplicados, viene representada por letras minúsculas “a”, “b” y “c”, que denotan que promedios unidos por la misma letra son significativamente diferentes o no son significativamente diferentes.

Efectuando la prueba de medias de Duncan para el factor tiempo de aplicación con las fitohormonas, en el cual los porcentajes de prendimiento se pudo observar que en la figura (9), son los siguientes valores a los 134 días después de su establecimiento.

Por lo tanto, el mayor porcentaje de prendimiento se obtuvo en el tiempo de aplicación de 15 segundos con un 68.08%, seguido del tiempo de 1 minuto con un 64.90%, mientras el tiempo de aplicación de 15 minutos fue del 64.5% de prendimiento de los esquejes; en tanto el tratamiento al instante fue el que registro el menor porcentaje de prendimiento con un 62.75%.

En la figura (9), se puede observar que la mayor altura de planta se registro con el tiempo de aplicación de 15 segundos teniendo una altura de 28 cm, teniendo en segundo lugar el de 15 minutos con 26.33 cm de altura, por ultimo en la aplicación de hormona de 1 minuto de tiempo se obtuvo una altura de 22 cm similar al del testigo.

Esto podría coincidir a que la aplicación de las fitohormonas sintéticas en forma de polvo o liquido, son sustancias vegetales no orgánico pero que cumplen las mismas funciones que las hormonas naturales, que es de incentivar el enraizamiento así mismo la división celular en la planta.

Los datos obtenidos en la comparación de medias de la longitud radicular en la prueba de Duncan en la figura (9), a los 134 días después de la plantación en las bolsas de repique, se puede observar que la raíz de mayor longitud se registro con el tiempo de aplicación de 15 segundos teniendo una tamaño de 28 cm, teniendo en segundo lugar el de 15 minutos con 25 cm de largo de raíz, por ultimo en la aplicación de hormona de 1 minuto de tiempo se obtuvo una longitud de 22.20 cm similar al del testigo.

Choque (2006) nos indica, a menor tiempo de remojo de las estacas de Olmo con el ácido naftalenacético, resulta mejor ya que a mayor tiempo de remojo inhibe a las células de crecimiento, siendo el nivel mas apropiado del ácido naftalenacético de 250 ppm, en el cual se tubo resultados positivos; sin embargo, se podría manejar tiempos más cortos para la aplicación de este acido.

#### 5.2.4 Relación altura de planta Vs prendimiento

**Tabla 4. Regresión, correlación y coeficiente de determinación entre la altura a y el prendimiento de las plantas.**

| DESCRIPCION                  | RESULTADOS        |
|------------------------------|-------------------|
| Intercepto                   | $a = - 1.97$      |
| coeficiente de regresión     | $b = 0.31$        |
| coeficiente de correlación   | $r = 0.68$        |
| coeficiente de determinación | $r^2 = 68\%$      |
| Ecuación lineal ajustada     | $Y = -1.97+0.31x$ |

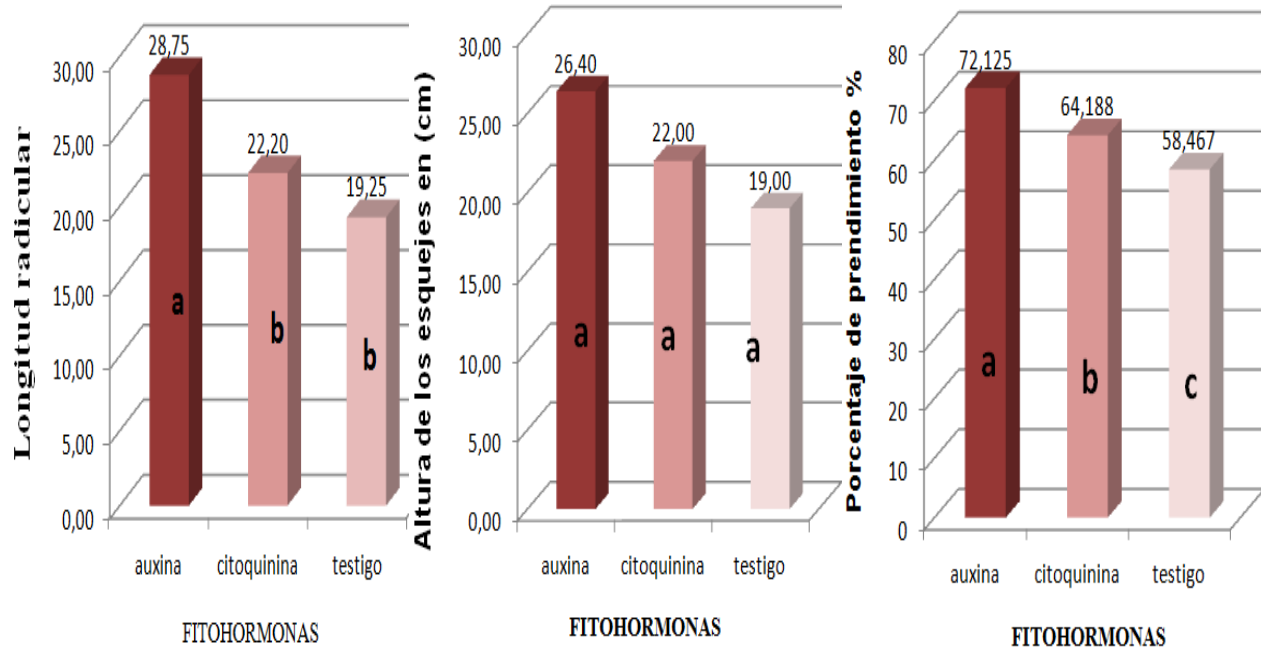
A partir de los promedios de altura de la planta y el porcentaje de prendimiento, se relaciona estas variables dando como resultado una regresión positiva simple en la prueba de relación y correlación como parámetros estadísticos.

Analizando los resultados de la tabla (4) se puede observar que el coeficiente de regresión  $b$  es de 0.31%, lo cual significa que por cada centímetro de incremento en la longitud del esqueje de thola, se espera un incremento promedio de 0.31 % en el prendimiento de los mismos.

En la misma tabla (4), se observa que el coeficiente de correlación  $r$  es de 0.68 lo cual nos permite afirmar que existe una correlación positiva con las variables altura de la planta y el porcentaje de prendimiento en la cual estos están altamente asociados y correlacionados, es decir existe, una tendencia entre las dos variables, para el crecimiento de la planta de la Thola (*Parastrephia lepidophylla*).

### 5.2.5 Fitohormonas aplicadas en el PREND, ALTPL y LONGRAD.

**Figura 10. Comparación de medias de Duncan de las fitohormonas sobre el porcentaje de prendimiento, altura de los esquejes en (cm) y longitud radicular.**



En la figura (10), se muestra la comparación de medias, mediante la prueba de Duncan, para la acción de las fitohormonas relacionadas con el porcentaje de prendimiento de los esquejes de la thola; en el cual se muestra diferencias entre los tres tratamientos de las fitohormonas de enraizamiento. Para el factor fitohormona, se encontraron que los mejores resultados en cuanto al porcentaje de prendimiento de la thola, es con la Auxina (ácido indolbutírico), registrándose un 72.12%, mientras el testigo alcanzó el menor prendimiento con solo 58.46%.

Al respecto, Kose (2000), afirma que las auxinas son efectivas para las numerosas especies que se pretenden multiplicar vegetativamente por esquejes, mediante el uso del ácido indolbutírico (AIB). Las diferencias entre tratamientos que se muestra en la figura (10), establece que los tratamientos son diferenciados; razón por lo cual, el valor reportado mediante la aplicación con Citoquinina (benciladenina) está ubicada en el segundo lugar con el 64.18% de prendimientos.

Al respecto Hartmann (1998), menciona que el objetivo de tratar estacas con reguladores es acelerar el enraizamiento e incrementar el porcentaje de prendimiento asegurando un mayor número de plantas en la fase de producción masiva de las especies.

Jordán y Casaretto (2006), indican que la presencia de hormonas en los tejidos de las plantas estimula que éstas desarrollen cambios morfogénicos alternativos muy distintos; los cuales, pueden darse todo de acuerdo al grado de ontogenia. Lo más general es que las células en crecimiento por acción de hormonas, expresen división y elongación celular, al tratar las estacas con fitohormonas es incrementar el prendimiento de estacas que crezcan vigorosamente en el vivero.

En la figura (10), también se puede observar que la mayor altura de planta fue de 26.40 cm y que se obtuvo con AIB (ácido indolbutírico), se puede asumir probablemente a la característica de asimilación del producto en los esquejes, incrementando una mayor altura que la otra fitohormona utilizada y demostrando que es el más apto para la thola.

Entre la aplicación del AIB y BA no se encontraron diferencias, lo cual podría deberse que los dos tienen el mismo principio, que son hormonas de enraizamiento, y que están relacionados con el tropismo positivo, tropismo negativo, dominancia apical y abscisión. Propiamente las citoquininas están implicadas en la división celular, modificación de la dominancia apical, diferenciación de tallos, (Hartmann, 1998).

En la figura (10) se puede establecer que la longitud radicular en los tratamientos con las auxinas tienden a enraizar más rápidamente que con las citoquininas. Al respecto Ryugo (1993), afirma que las yemas y hojas más jóvenes producen más auxinas transportadas por vía vascular, esenciales para el enraizamiento, comparado con otros órganos o tejidos adultos de la planta.

León (2008), señala sobre la utilización de las auxinas en (*Polylepis incana*) y (*Polylepis racimoso*), en la cual a los 120 días pudo obtener un desarrollo radicular

de 12.5 cm/mes, mientras con la utilización de citoquininas se puede llegar a 11.38 cm/mes. Por tanto, la utilización de la fitohormona de auxina y citoquina, cuando se aplica a la thola (*Parastrephia lepidophylla*) es efectiva en el desarrollo de la longitud de la raíz.

Se puede indicar que la auxina es efectiva en el enraizamiento, pero se debe tomar en cuenta que una acumulación excesiva de auxinas inhibe la rizogénesis (Gaspar 1994); en base a esta situación debemos destacar que las auxinas requieren bajas concentraciones, en el crecimiento de raíces, (dependiendo de la especie y la edad de la planta), debido a que las células de los meristemas radiculares contienen un nivel de auxinas, provenientes de la parte aérea, suficientes para una elongación normal; no así para la formación de raíces adventicias, en donde se requieren mayores concentraciones.

Salisbury (1991), indica que las auxinas promueven el desarrollo de las raíces adventicias en el esqueje de tallo, ya que muchas especies leñosas poseen primordios de raíces adventicias en sus tallos; los cuales permanecen latentes por algún tiempo a menos que se les estimule con auxinas exógenas. Estos primordios, con frecuencia se encuentran en los nudos o en los extremos inferiores de las ramas que se localizan entre los nudos. En tallos que carecen de primordios radicales preformados, se formarán raíces adventicias a partir de divisiones celulares de la capa externa del floema.



## 5.2.6 Días de brotación

**Tabla 5. Valores de F calculado del análisis de varianza para los días de brotación**

| Fuentes de Variación                 | Cuadrado medio |        | 30 días | 45 días | 60 días | 75 días |        |
|--------------------------------------|----------------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|
|                                      | GL             | BROT   | F cal   | Fcal    | Fcal    | Fcal    | Ftal   |
| tiempo                               | 3              | 91     | 8.13    | 7.58    | 7.51    | 5.16    | 0,004  |
| fitohormona                          | 2              | 169,26 | 6.45    | 6.17    | 11.99   | 9.63    | 0,0001 |
| tiempo x fitohormona                 | 6              | 8,86   | 0.60    | 0.66    | 1.19    | 0.50    | 0,228  |
| Coef. Variación. (C.V)               |                |        | 30.36   | 18.39   | 13      | 15.81   |        |
| Coef.Determinación.(R <sup>2</sup> ) |                |        | 36      | 39      | 41      | 51      |        |

6 <sup>†</sup>p> F

En la tabla (5) se puede ver el análisis de varianza mediante el cual se determino que no existen diferencias significativas entre el tiempo de aplicación vs las fitohormonas durante los 30, 45, 60, 75 días. Los coeficientes de variación para estos días evaluados fueron: 30.36%, 18.39%, 13% y 15.81%, se puede decir que se encuentra dentro de los rangos aceptables, indicando que el manejo experimental fue bueno, cumpliendo con el Diseño Completamente al Azar (DCA), con dos factores, utilizando el 5% de significancia (Vicente, 2001).

Se pudo evidenciar que en el estudio donde se evaluó los primeros brotes se dieron a los 30 días después del plantado de los esquejes, se podría decir que el tiempo de aplicación de las fitohormonas no influye en los brotes, esto debido a la naturaleza de asimilación, absorción y adaptabilidad al lugar de estudio de los esquejes de Thola.

Yañez (2011), señala que por lo general aparece primero los brotes que darán origen a las primeras hojas en los primeros 3 – 4 semanas en casi todas las especies, 5 semanas en (*Cupressus lusitanica*). En algunos casos, la aparición de la raíz ocurre hasta varias semanas después de la aparición de los primeros brotes. El uso de un

fertilizante foliar, alto en fósforo puede ser empleado dentro del invernadero para poder uniformizar la brotación y asegurar el prendimiento de los esquejes.

(Hartmann, 1998), nos indica que estos esquejes leñosos al incrementar su vigor después de aumentar su enraizamiento, así como el número de raíces, permite tomar nutrientes del suelo, con el fin de sostener este brote, a partir de la tercera semana, coincidiendo con el desarrollo del brote axilar; durante las semanas 3 a 8 existe una relación directamente proporcional en el desarrollo de la raíz y la longitud del brote axilar. Esta corroboración se debe aceptar ya que en la especie de la thola el crecimiento de la raíz como de los primeros brotes es indistinto en relación del uno o del otro.

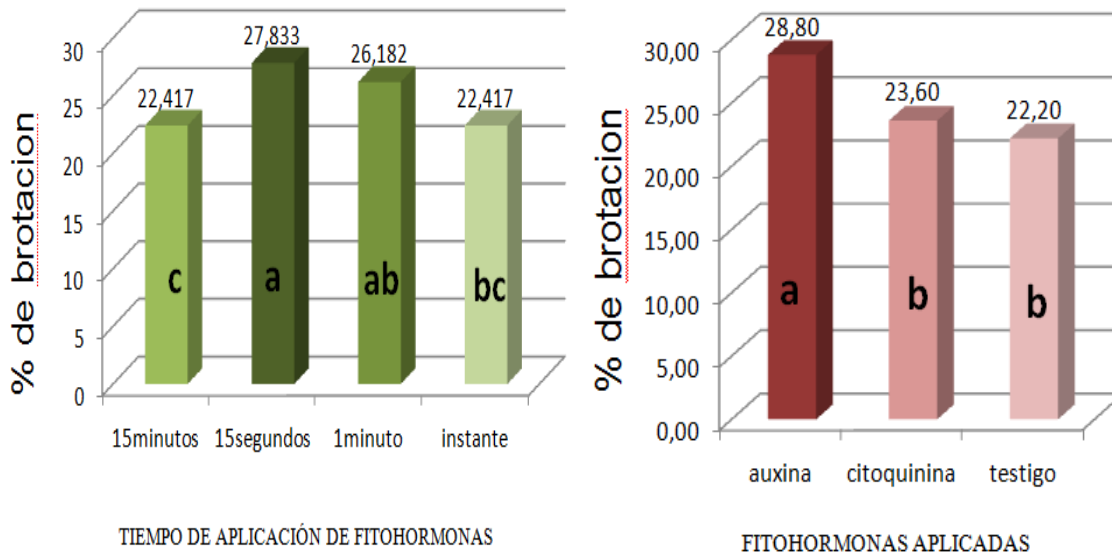
En el estudio planteado no existen diferencias significativas entre las diferentes fitohormonas en estudio en relación a los días de brotación debido a las propiedades de cada fitohormona, en la interacción de aplicación y el tiempo, siendo una aplicada en agua diluida y otra en polvo, los dos factores en estudio son independientes en la variable días a la brotación.

se puede indicar que los días a la brotación a tempranos días es probablemente debido a que el esqueje de la thola son apicales, en la cual se puede aseverar que tienen mayores reservas de hormonas, nutrientes por que las células madres se encuentra en las partes apicales, al respecto, Yañez (2011) señala, que las estacas de mayor longitud tienen mayor influencia en la altura de los brotes ya que poseen una mayor cantidad de reservas, y por consiguiente de energía, pudiendo iniciar los brotes adventicios en porciones de las hojas, yemas y pecíolos intactos.

Consecuentemente los esquejes de distinta parte de la planta madre influye en la emergencia del brote según el gradiente de juvenilidad, en la cual también puede influenciar sobre la capacidad de enraizamiento de las estacas. En (*Prosopis juliflora*) la posición relativa de las estacas en plantas madres influyeron significativamente, con altas tazas de enraizamiento en los nudos más inferiores (Dick, 1991).

### 5.2.7 Tiempo de aplicación de las fitohormonas a los esquejes

**Figura 11. Comparación de medias para el tiempo de aplicación de las fitohormonas sobre los días transcurridos de brotación en porcentaje.**



En la figura (11), se muestra la diferencia existente entre el tiempo de aplicación, el tipo de fitohormona enraizadora, sabiendo que las auxinas tienen un mayor número de componentes adicionales químicos para poder enraizar más rápidamente al esqueje con un valor de 27.83% a los 134 días, transcurrido después del plantado en el lugar definitivo.

Comparando los tiempos de aplicación de las fitohormonas entre 15 segundos y 1 minuto no se encontraron diferencias significativas, debido a que el ácido indolbutírico (AIB), mejora la respuesta de enraizamiento como también el inicio de brotación, absorbiendo y asimilando con mayor facilidad por encontrarse en forma diluida (Hernández y Leal, 1997).

Comparando el tiempo de aplicación de 1 minuto con la aplicación al instante se pudo evidenciar que existieron diferencias entre estos dos tratamientos, en la diferencia de tiempos de aplicación de 15 minutos registrando menor enraizamiento e iniciación de brotes ya que tuvo una deficiente absorción de los esquejes en relación al tiempo de aplicación de las fitohormonas.

En la figura (11), según la prueba de Duncan al 5% de significancia muestra que existen diferencias entre las fitohormonas, sabiendo que la auxina tuvo mayor efecto sobre la brotación de los esquejes con 28.80%, en relación las citoquininas y al testigo, esto debido a que la fitohormona auxina tiene mas compuestos químicos y físicos para el enraizamiento en relación a las citoquininas en los esquejes de Thola

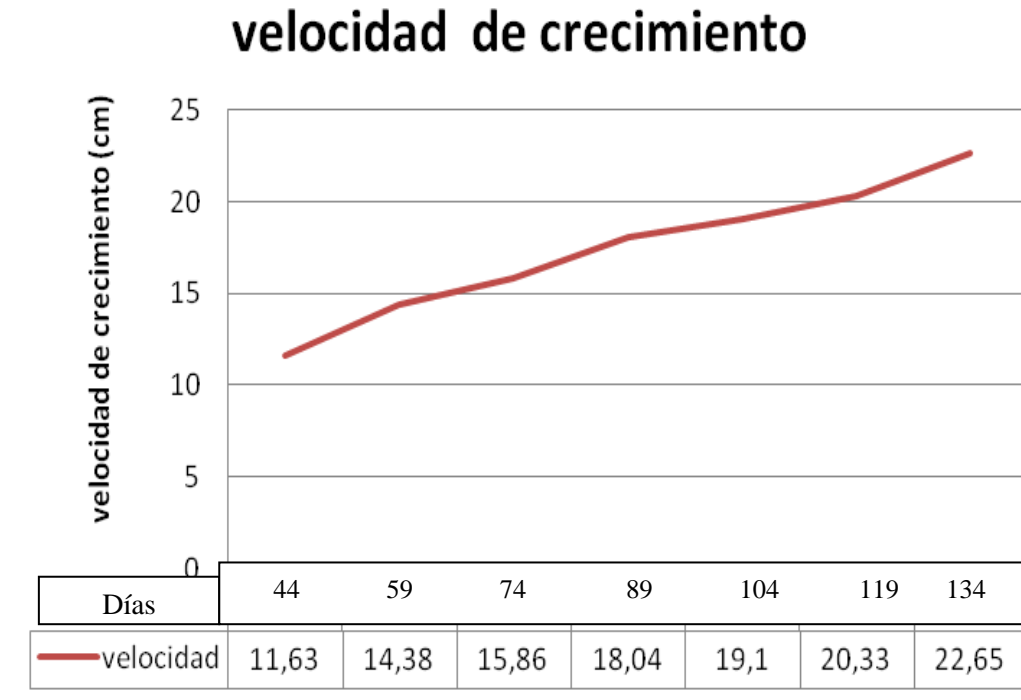
Howell (2003), indica que el ácido indolbutírico (AIB) pertenece al grupo de las auxinas, ya que son las hormonas mas importantes en el enraizamiento como para la formación de nuevos brotes, como también se puede usar esta hormona en medios de cultivos in vitro en laboratorio de los distintos órganos de las plantas (hojas, raíces, medula, cotiledones, etc.).

Se puede destacar, que el comportamiento en las varetas con citoquininas y el testigo no se encontraron diferencias entre estos dos tratamientos, en la cual los valores obtenidos presentan diferencias de 1,4 % en relación a sus datos reales de 23.60% y 22.20% de brotación, teniendo un menor desarrollo en las apariciones de los brotes.

González (2002), indica que la utilización de citoquininas como es la benciladenina en la aplicación de esquejes para el enraizamiento como también para la producción de follaje, causa la modificación del equilibrio hormonal endógeno, como por ejemplo la inhibición de la producción natural de las auxinas por la guía terminal, de lo que se deriva la disminución transitoria de la dominancia apical, logrando una mejor vascularización y favoreciendo la brotación de yemas axilares y un crecimiento lateral.

### 5.2.8 Velocidad de crecimiento

**Figura 12, Variación de la velocidad crecimiento de los brotes por efecto de las fitohormonas**



Se puede evidenciar los valores de la velocidad de crecimiento en la figura (12), donde, los esquejes durante los primeros 44 días evaluados, no registraron un crecimiento significativo (0.63 cm) en promedio, esta toma de datos se realizó a los 15 días y se obtuvieron promedios de crecimiento de 2.75 cm, 1.48 cm, 2.18 cm, 1.06 cm, 1.23 cm y 2.72 cm datos reflejados en promedio.

Ya que la aplicación de las fitohormonas enraizadoras versus tiempos, utilizados en los diferentes tratamientos en la cual se tuvo velocidades de crecimientos variados a lo largo del estudio, por lo que se puede afirmar, que por cada 15 días de evaluación existió un incremento de altura de 1.72 cm aproximadamente en la investigación de la thola.

### 5.2.9 Análisis de Varianza y Prueba de promedios para el PESOFOL, PRAD y RADSEG

**Tabla 6. Análisis de varianza para las variables peso foliar en seco (PESOFOL), peso radicular en seco (PRAD) y raíces secundarias (RADSEG), evaluadas a cabo durante la gestión 2011.**

| Fuentes de Variación                      | Cuadrado Medio |         |               |       |               |         |               |
|---|----------------|---------|---------------|-------|---------------|---------|---------------|
|   | GL             | PESOFOL | $p^{\dagger}$ | PRAD  | $p^{\dagger}$ | RADSEG  | $p^{\dagger}$ |
| tiempo                                    | 3              | 0.14    | 0.85ns        | 3.1   | 0.0001**      | 0.688   | 0.845ns       |
| fitohormona                               | 2              | 16.96   | 0.0001**      | 36.04 | 0.0001**      | 3.06.27 | 0.0001**      |
| tiempo x fitohormona                      | 6              | 0.01    | 0.971ns       | 0.78  | 0.015**       | 2.854   | 0.364ns       |
| <b>Coef. Variación. (C.V)</b>             |                | 9.22    |               | 25.2  |               | 6.87    |               |
| <b>Coef.Determinación.(R<sup>2</sup>)</b> |                | 64      |               | 90    |               | 97      |               |

6 <sup>†</sup> $p > F$

La variable peso foliar (PESOFOL) presentada en la tabla (6), en el cual la comparación entre los factores en estudio presenta una diferencia no significativa de ( $p > 0.971$ ), que proyecta una diferencia existente entre los factores tiempos x fitohormonas aplicadas, en la variable del peso foliar en seco, en la misma tabla podemos observar que el coeficiente de variación alcanzo un 9.22%, el cual afirma la confiabilidad de los datos tomados en los factores tiempos x las fitohormonas aplicadas en los esquejes de thola, el coeficiente de determinación es el que proyecta una explicación del 64% en los datos tomados en campo.

En la misma tabla (6), se muestra que existe diferencias no significativas para el tiempo de aplicación de fitohormonas con respecto al peso foliar, esto debido a la naturaleza y las características propias de cada esqueje de la thola, teniendo en cuenta su adaptabilidad al ambiente protegido, y a su absorción de fitohormonas y asimilación de los diferentes compuestos aplicados tanto en líquidos y en polvos seco, tolerando a la humedad y al tiempo de absorción.

En la tabla (6), se compara el efecto entre los distintos tiempos de aplicación de los fitohormonas de enraizamiento que constituyen básicamente las auxinas (ácido indolbutírico) y citoquininas (benzanidas), en el análisis de varianza establece solamente diferencias altamente significativas para los tiempos de aplicación.

Al respecto a la existencia de diferencia no significativa en el estudio por efecto de la aplicación de fitohormonas Lallana (2001), indica que la efectividad de un determinado regulador depende de la especie, del momento de aplicación, de la naturaleza del compuesto y de su concentración. Por consiguiente no pueden establecerse reglas generales, siendo necesario experimentar previamente en cada caso.

En la variable peso radicular (PRAD), expuestos en la tabla (6), presenta la comparación entre los factores en estudio una diferencia altamente significativa de ( $p > 0.015$ ), que proyecta una diferencia existente entre los tiempos x fitohormonas aplicadas, en la variable del peso radicular en seco, en la misma tabla podemos observar que el coeficiente de variación alcanzó un 25.2%, el cual afirma la diferencia que presentan los tiempos x las fitohormonas aplicadas en los esquejes, el coeficiente de determinación es el que proyecta una explicación del 90%.

Existen diferencias significativas entre el tiempo de aplicación de las fitohormonas en estudio, con respecto al peso de la raíz, esto debido a la naturaleza y características propias de la thola, a su adaptabilidad al lugar de estudio, a su capacidad de absorción y asimilación de los diferentes tipos de fitohormonas aplicados, tanto en polvo como diluidas en agua con una tolerancia a la humedad y al tiempo de absorción. Según estudios realizados por Forero y Becerra (2008), en cuanto al peso de la raíz con la aplicación de reguladores de crecimiento se encontraron diferencias significativas entre el peso de materia seca de raíces, en relación con la procedencia de los esquejes y concluyeron que con menor tiempo de aplicación de las fitohormonas, tienen mayor probabilidad de formar raíces adventicias, las estacas que fueron sometidas a diferentes concentraciones de AIB, estaría relacionado con el efecto estimulador de diferenciación de raíces de las auxinas.

López (2007) señala el peso de materia seca de la raíz, durante las semanas de evaluación con fitohormonas solo presentó diferencias significativas entre esquejes, y los provenientes de esquejes apicales presentaron mayor acumulación de materia seca; sin embargo, no se presentaron diferencias significativas entre sustratos. Podemos señalar que el sustrato no influyó entre las fitohormonas y el tiempo de aplicación de las mismas.

En la variable número de raíces (RADSEG) citados en la tabla (6), presenta la comparación entre los factores en estudio con una diferencia no significativa de ( $p > 0.364$ ), existente entre las variables tiempos x fitohormonas aplicadas, en las varetas de Thola de las raíces secundarias, en la misma tabla podemos observar que el coeficiente de variación alcanzó un 6.87%, el cual afirma la diferencia que presentan los tiempos x las fitohormonas aplicadas en los esquejes, el coeficiente de determinación es el que proyecta una explicación del 97%, dejando un margen del 3% a otros agentes no contemplados en el estudio.

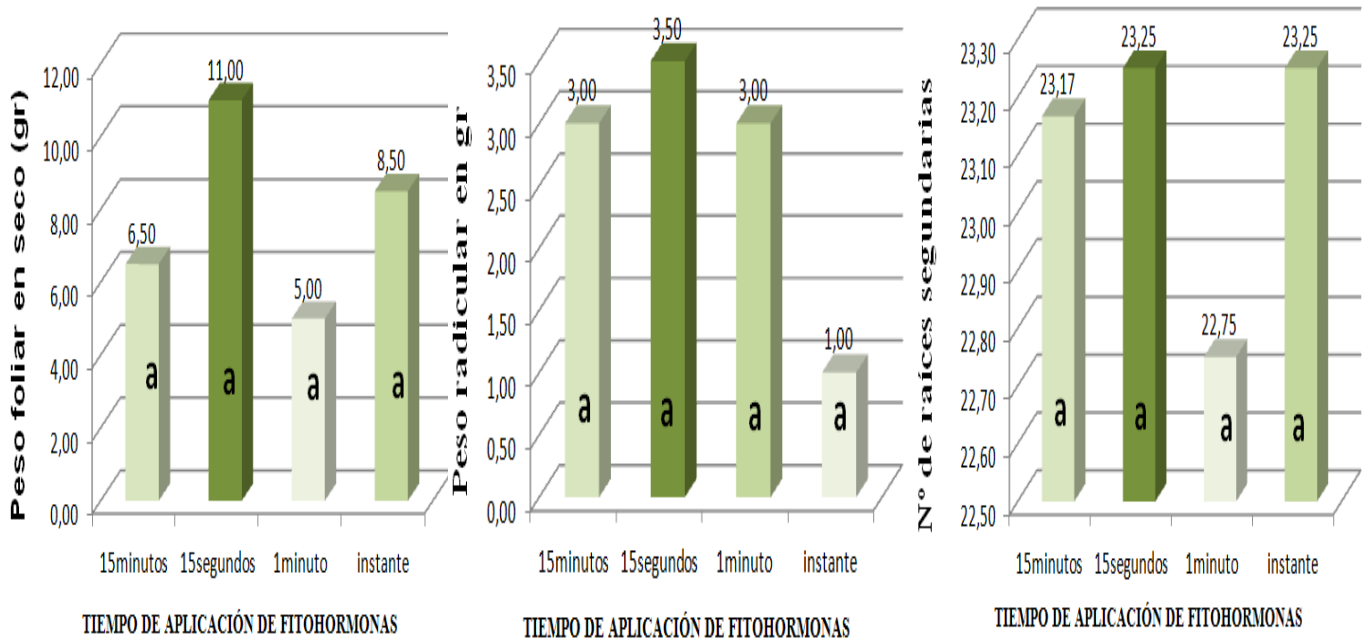
En la aplicación de las fitohormonas enraizadoras y el factor tiempos se encontró diferencias significativas, esto se pudo deber al número de raíces encontrados en los diferentes tratamientos ya que se caracterizan las auxinas en la regulación del crecimiento radicular y la brotación de hojas, en el cual es definido un precursor del desarrollo embrionario, las auxinas estimulan el crecimiento de los tallos y coleótilos, inhiben el crecimiento de la raíz primaria, pero estimulan la formación de raíces secundarias. (Jenik y Barton, 2005).

Aldana (2010), nos indica que cuando se realiza la siembra por semillas, la planta desarrolla una raíz principal gruesa y varias delgadas que salen de la principal y se denominan secundarias. Cuando la multiplicación se realiza por estacas la raíz se desarrolla a partir del extremo de la ramilla que se entierra en el sustrato y es de forma fasciculada (muchas raíces de igual grosor o diámetro).



**5.2.10 Tiempo de aplicación de las fitohormonas del PESOFOL, PRAD y RADSEG.**

**Figura 13, Promedio y dispersión promedio correspondiente a las variables peso foliar en seco, peso radicular en seco y raíces secundarias evaluadas en la fase de desarrollo**



La dispersión correspondientes a las variables peso foliar en seco, peso radicular en seco y numero de raíces se lo presenta en la figura (13), la misma está acompañada con la prueba de promedio de Duncan, donde la comparación de PESOFOL, PRAD y RADSEG, promedio para los cuatro tiempos de aplicación de las fitohormonas respecto a la AMS viene representada por las letras minúsculas “a”, “b” y “c”, las cuales representan los promedios de los PESOFOL, PRAD y RADSEG, de las fitohormonas aplicadas mas el testigo. Este tipo de análisis indica que letra a presentada en todos los tratamientos es de igualdad de significancia.

En la figura (13), en la variable del tratamiento de PESOFOL son estadísticamente similares, ello se debe probablemente a las características físicas y químicas de las fitohormonas aplicadas a los esquejes. Ballester (2006), nos indica que el

enraizamiento se realiza a nivel de los entrenudos caulinares, más cortos que no afectan al número de hojas formadas. Y en estos lugares los tallos son más gruesos y las hojas poseen un verde más oscuro debido a que la clorofila es más densa en las células reducidas de tamaño.

Con la aplicación de hormonas, las plantas tienden a tener un crecimiento vigoroso de estructura abierta, pueden ser forzadas a desarrollarse de una forma más compacta y manejable, adecuada para el cultivo asexual de las diferentes especies de plantas que se pueden reproducir por este método.

En la figura (13), se puede observar que la mayor ganancia de peso foliar se registró con el tiempo de aplicación de 15 segundos con 11.0 gr, seguido del testigo con 8.50 gr y con la aplicación de 15 minutos se tuvo 6.50gr y 5.0gr que corresponde a la aplicación de 1 minuto; esto podría coincidir a que la aplicación de las fitohormonas en forma de polvo, liquido fueron asimilados por los esquejes.

Esta situación puede destacar que la aplicación de las distintas fitohormonas que son sustancias vegetales y que se sintetizan en las raíces y estimulan la división celular y ejercen una extensa gama de acciones en la planta.

Estas sustancias se mueven poco o nada en las plantas, pero cuando lo hacen se translocan principalmente por el xilema. La relación auxinas - citoquininas regula la dominancia apical; las auxinas se caracterizan principalmente por ser reguladores del desarrollo de las yemas laterales que son inhibidas por esta hormona, generadas en el ápice caulinar (Ballester 2006).

En la variable PRAD se establece que no existen diferencias entre tratamientos de tiempos de aplicación que variaron entre 3.0, 3.5, 3.0 y 1.0 gr, presentando valores casi similares, se puede observar en la figura (13), que la mayor ganancia de peso radicular, fue de 3.50 gr, con un tiempo de 15 segundos, como resultado de la acción de las fitohormonas, esto probablemente se puede asumir que hubo una mejor absorción y asimilación del producto bioquímicos por los esquejes.

El tiempo de inmersión según Choque (2006), asume que se convierte en la variable más influyente a lo largo del proceso, de manera que a menor tiempo genera una mayor cantidad de raíces, y más fácil se logrará el éxito.

Aunque muchos de los factores intervienen en un ambiente atemperado como: la luz, la humedad, el agua, etc. son influyentes en el tiempo de espera en el proceso de enraizamiento, lo más principal es sin duda la naturaleza del esqueje.

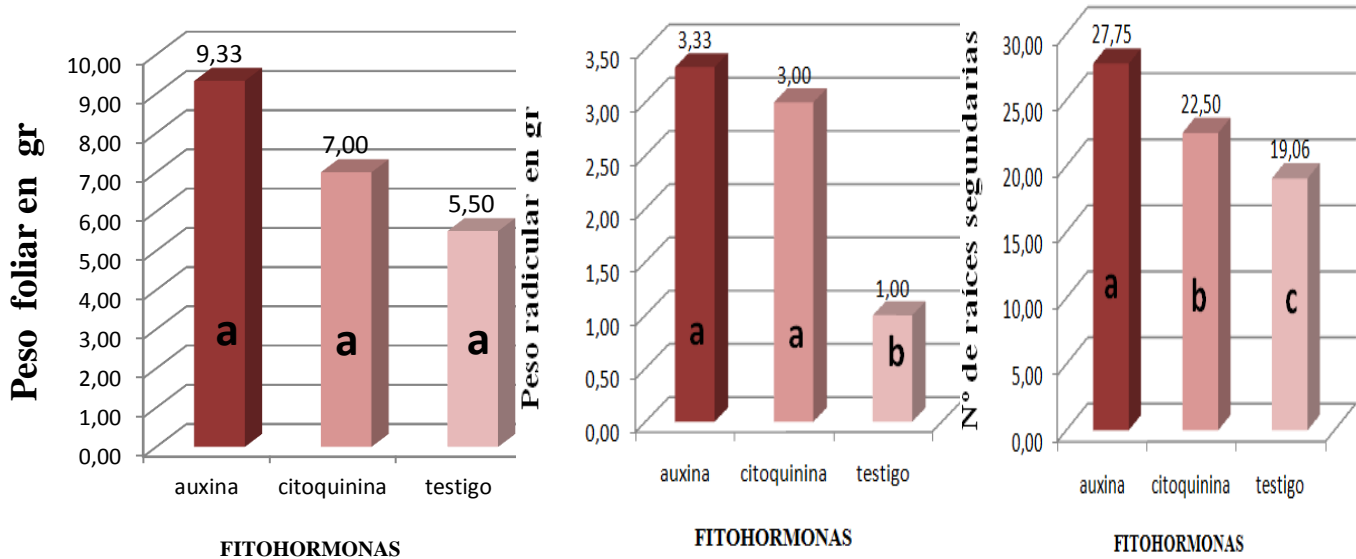
López (2007), señala que los valores de peso de materia seca en raíces están relacionados con el mayor número de raicillas, longitud y peso de materia fresca de las mismas, se traduce en una mejor absorción de los nutrientes por el sistema radicular, en beneficio de la parte aérea de la planta.

En la anterior figura (13), a pesar de que no existen diferencias entre los tratamientos, se presenta el efecto de las fitohormonas sobre el número de las raíces efecto causado por las características físicas y químicas de las fitohormonas de enraizamiento.

Aldana (2010), nos indica que a los 45 a 50 días empieza a desarrollar de las raicillas al punto de lograr, una buena formación de raíz y al final del experimento en muchos casos, un tamaño de 40 cm de largo con un buen número de raíces secundarias en las plantas de cacao.

5.2.11 Fitohormonas aplicadas en el PESOFOL, PRAD y RADSEG.

Figura 14. Comparación de medias de Duncan de las fitohormonas sobre el peso foliar en seco, peso de raíces en seco y de raíces secundarias.



El promedio de dispersión correspondientes a las variables de peso foliar en seco, peso radicular en seco y número de raíces se lo presenta en la figura (14), la misma está acompañada con la prueba de promedio de Duncan, donde la comparación de PESOFOL, PRAD y RADSEG, nos dan el promedio para los dos tipos de aplicación de fitohormonas respecto a la AMS ya que viene representada por las letras minúsculas “a” y “b”, las cuales representan al promedio de los PESOFOL, PRAD y RADSEG, de los dos tipos de fitohormonas aplicadas mas el testigo. Este tipo de análisis indica que letras iguales no presenta diferencia significativa.

Entre la aplicación del AIB y BA, no se encontraron diferencias entre la aplicación de las fitohormonas esto podría deberse a la aplicación de la auxina que esta relacionada con la elongación, tropismo, dominancia apical positivo, abscisión, enraizamiento y otros. Las auxinas son utilizadas principalmente para la diferenciación de raíces y la inducción de callos; mientras las citoquininas están implicadas en la división celular, modificación de la dominancia apical, diferenciación de tallos y otros; se aplican citoquininas para promover la división celular y la

inducción de yemas adventicias en callos y órganos. Además se usan estos compuestos para la proliferación de tallos axilares por la ruptura de la dominancia apical (Hartmann, 1998).

En la figura (14), también se puede observar que la mayor ganancia de peso foliar fue de 9.33 gr, que se obtuvo con el ácido indolbutírico (AIB) esto debido a la característica de la fitohormona aplicada, así mismo se podría decir que hubo una mayor asimilación del producto en los esquejes, ganando un mayor peso que con el uso de la otra fitohormona beciladenina (AB), demostrando que es el más apto para la propagación de la planta de thola.

En el peso radicular (PRAD) mostrada en la figura (14), no se ha detectado diferencias en los tratamientos; por lo tanto, todos los tratamientos son estadísticamente similares. Sin embargo; se puede destacar que la mayor ganancia de peso fue de 3.33 gr que se obtuvo con la aplicación de la fitohormona auxina (ácido indolbutírico), esto debido a las propiedades físicas y químicas de la fitohormona, lo cual hubo una asimilación del producto más eficiente por los esquejes. Razón a ello, se puede considerar como el más apto para este tipo de esquejes.

Hartmann (1998), señala que la aplicación exógena de fitohormonas como las auxinas induce a la formación de raíces adventicias y las más utilizadas son el ácido 3-indolbutírico (AIB) y el ácido naftalén acético (ANA), resultando de ello las más efectivas en la inducción rizogénica que la auxina natural.

Por otro lado, Salisbury (1991) afirma que una mayor concentración de citocininas endógenas, favorecen la formación de callos y si esta relación disminuye por aplicaciones endógenas de auxinas se favorece la formación de raíces adventicias en desmedro de la formación de callo.

Según la comparación de medias, del número de raíces (RADSEG), en la figura (14), se pudo evidenciar que entre las fitohormonas aplicadas, las diferencias existentes

entre el AIB (ácido indolbutírico) y la fitohormona benciladenina son mínimas pero el AIB fue el más eficiente con un 27.75%, en su forma disuelta en agua, se puede asumir que existe una mejor absorción y asimilación por la característica que posee, en cambio la BA (benciladenina), tiene una eficiencia de 22.50 % la cual se encuentra en forma de polvo seco, presentando un valor más bajo que la anterior fitohormonas. Comparando el AIB (ácido indolbutírico) y T (testigo) tiene una eficiencia del 19%, se puede decir también que se encontró diferencias, siendo que el testigo tuvo poca respuesta en el enraizamiento con un bajo número de raíces, esto debido a que no se aplicó ningún tipo de fitohormonas

Quebracho (2010), menciona que los tratamientos con fitohormonas como AIB tienen mejores resultados y eficiencia en el momento del enraizamiento de esquejes herbáceos y en esquejes semileñosas, en la cual se incrementa un mayor número de raíces adventicias.

Gutiérrez (1995), señala que el efecto de un regulador de una fitohormona de enraizamiento va a depender a que tipo de planta se aplicara, como también del grado de madurez del árbol o de la zona donde se extrae la estaca.

Asimismo Duryea (1984), nos indica que un buen sistema radicular es el principal factor involucrado en una supervivencia exitosa de la planta, la cual provoca un buen crecimiento inicial de la planta en el momento del trasplante o llevado a un nuevo ambiente. Un sistema radicular bastante desarrollado puede aumentar el potencial de absorción de agua y nutrientes, lo que se traduce en un incremento del potencial de crecimiento de la planta. Además, puede influir en la tasa de transpiración e intercambio gaseoso corroborado por (Rose, 1990).

Böhm, (1979). Indica que los sistemas radiculares pueden ser insuficientes para una planta, cuando estos no le proporcionan la cantidad de agua necesaria, más aún cuando ellos no son capaces de captar los nutrientes que necesitan. Se sostiene que la habilidad del sistema radicular para absorber agua es directamente proporcional a

la cantidad de superficie expuesta, siendo muy importantes las abundantes raicillas y los pelos radicales. Una planta ideal es aquella que logra la más alta tasa de supervivencia y crecimiento inicial.

### 5.3 Análisis económico.

El análisis económico del ensayo se realizó empleando la relación Beneficio/costo, con el propósito de identificar cual de las dos aplicaciones de fitohormonas enraizadoras, puede otorgar beneficios en el momento de la propagación así mismo por cada unidad monetaria invertida cuanto de retorno se puede tener según (Paredes. 1994).

**Figura 15. Análisis de presupuesto parcial y relación costo beneficio para los tratamientos**

| EGRESOS                            | UNIDAD   | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (BS) | TOTAL FINANCIERO (BS) |
|------------------------------------|----------|----------|----------------------|-----------------------|
| <b>INSUMOS</b>                     |          |          |                      |                       |
| Bolsas negras 15x25cm              | 1 unidad | 3840     | 0.20ctv              | 768                   |
| Bolsas de polietileno              | 1 unidad | 10 mts   | 500                  | 500                   |
| Pico                               | 1 unidad | 1        | 50                   | 50                    |
| Pala                               | 1 unidad | 1        | 46                   | 46                    |
| Tijera manual para podar           | 1 unidad | 1        | 80                   | 80                    |
| Rollo de alambre                   | Kl       | 2        | 8                    | 16                    |
| alambre de amarre                  | 2 unidad | 1        | 50                   | 50                    |
| Repicar para hacer hoyos           | 1 unidad | 1        | 0                    | 0                     |
| Regadora                           | 1 unidad | 1        | 20                   | 20                    |
| Clavos                             | 1 Kg     | 2        | 12                   | 24                    |
| Martillo                           | 1 unidad | 1        | 30                   | 30                    |
| Bigas o listones(maderas)          | vigas    | 32       | 10                   | 320                   |
| Termómetro                         | 1 unidad | 1        | 50                   | 50                    |
| Flexo metro                        | 1 unidad | 1        | 20                   | 20                    |
| Calculadora                        | 1 unidad | 1        | 30                   | 30                    |
| Citoquininas (Bencil amino purina) | gramos   | 5gm      | 15                   | 75                    |

|                              |        |      |    |      |
|------------------------------|--------|------|----|------|
| Auxina (Acido indolbutirico) | gramos | 10gm | 10 | 100  |
| Esquejes de Thola            | unidad | 3840 | 0  | 0    |
| Paja para la semisombra      |        |      | 0  | 0    |
| Total                        |        |      |    | 2179 |

|                             |        |      |      |                |
|-----------------------------|--------|------|------|----------------|
| <b>Costos de producción</b> |        |      |      |                |
| Preparación del terreno     | jornal | 0.67 | 2.50 | 1.675          |
| Plantación y traslado       | jornal | 0.08 | 2.50 | 0.207          |
| Deshierbe                   | jornal | 0.10 | 2.50 | 0.250          |
| Control fitosanitario       | jornal | 0.08 | 2.50 | 0.207          |
| riego                       | jornal | 0.54 | 2.50 | 1.350          |
| total                       |        |      |      | 3.69           |
| Imprevistos al 10 %         |        |      |      | 218.26         |
| <b>Total costos egresos</b> |        |      |      | <b>2400.95</b> |

|                    |        |      |   |      |
|--------------------|--------|------|---|------|
| <b>Ingresos</b>    |        |      |   |      |
| Venta de plantines | unidad | 3840 | 1 | 3840 |
| total              |        | 3840 |   | 3840 |
| Costo Beneficio    |        |      |   | 1.7  |



## 6. CONCLUSIONES

Después de la obtención resultados y realizado los análisis estadísticos necesarios para el presente estudio, nos corresponde dar la siguientes conclusiones.

- Se determinó que el porcentaje de prendimiento en esquejes de Thola (*Parastrephia lepidophylla*) bajo ambiente atemperado a los 134 días, presentó un promedio de 68% de prendimiento con la aplicación de la fitohormona enraizadora con acido indolbutirico (AIB) y una mortandad del 32%, con un coeficiente de variación de 6.63% el mismo que se encuentra dentro del rango aceptable permisibles estadísticamente.
- Podemos concluir para la altura de planta, diferencias significativas en la interacción dada por el tiempo de la aplicación y las fitohormonas empleadas, obteniendo mejores respuestas con la aplicación de auxina (acido indolbutirico) a un tiempo de aplicación de 15 segundos con un crecimiento de altura de 28 cm a los 134 días.
- Concluimos que la brotación no presento diferencias entre los tratamientos en los días evaluados, primeramente a los 30 días en la cual tuvo un coeficiente de variación de 30.36%, a los 45 días en la cual tuvo un coeficiente de variación de 18,39%, a los 60 días tuvo un coeficiente de variación de 13% y a los 75 días con un coeficiente de variación del 15.81%, todos estos resultados está dentro de los rangos aceptables en el estudio estadístico realizado.
- Concluimos que la velocidad de crecimiento de los esquejes registró diferencias a los 44días, teniendo un crecimiento de 0.63cm, a los 59 días con un 2.75cm, a los 74 días con 1.48cm, a los 89días con 2.18cm, a los 104 días 1.06cm, a 119 días de 1.23cm y a los 134 días con 2.72cm de velocidad de crecimiento.
- Concluimos que el crecimiento de la raíz en forma longitudinal esta relacionada al tiempo de aplicación de la fitohormona, donde a los 15 segundos se

registro la mayor longitud con 26.67cm, seguido de 15 minutos con 25 cm, al instante con 23.5 cm, y la aplicación a los 1 minuto tubo un crecimiento de 20.20 cm. En el efecto de la aplicación de las fitohormonas existió diferencias con la aplicación de auxina con un 28.75 cm, citoquinina con 22.20cm y el testigo, 19 cm.

- Con relación al peso foliar podemos concluir que la aplicación a tiempos diferentes se evidencio que, el tiempo de 15 segundos dieron los mejores resultados con 11gr de peso. Mientras la aplicación de la auxina logro los resultados más altos con un peso de 9.33 gr respectivamente.
  
- Concluimos que no existe diferencias entre tratamientos en el peso de raíz, sin embargo a los 15 segundos que se aplico la fitohormonas gano un peso de 3.50 gr, seguido de 1 minuto de aplicación de fitohormona en el cual gano un peso de 3.00 gr y la aplicación de fitohormona a 15 minutos en el cual gano un peso de 3.00 gr, la aplicación al instante tuvo una baja con 1gr de peso radicular.
  
- En el número de raíces podemos concluir que no existieron diferencias entre tratamientos, entre los tiempos planteados en el cual podemos indicar a los 15 segundos de aplicación de fitohormona se tuvo una respuesta de 23.25 %, en la cual podemos interpretar que de cada cien raíces se obtuvo 24 raíces con la aplicación con la respectiva fitohormona.
  
- Podemos concluir que la mejor fitohormona aplicada fue la auxina con un tiempo de inmersión de 15 minutos teniendo un desarrollo de la raíz del 27.75%, en relación a las citoquinina que llego al 22.50 % de numero de raíces y el testigo llego a un número de 19.06 % de numero de raíces.

## 7. RECOMENDACIONES

Los resultados del presente trabajo son preliminares; no obstante permite orientar estudios más profundos y específicos en el campo forestal.

- Realizar trabajos similares con otro tipo de fitohormonas, para verificar los datos obtenidos en ambiente atemperado, para definir con mayor precisión que tipo de fitohormona puede ser estandarizada para su uso específico en thola.
- Se recomienda la utilización de estacas basales ya que cuentan con los nutrientes necesarios según bibliografía consultada, para obtener plantas de mejor características morfológicas.
- Se recomienda para futuros ensayos con las tholas, que se hagan más estudios de reproducción asexual, en diferentes condiciones de ambiente como en el caso de vivero o invernadero, para tener más información relevante de esta especie que esta siendo sobreexplotada en algunos lugares del altiplano boliviano.
- Se recomienda realizar trabajos de investigación sobre diferentes sustratos que pueden utilizarse en la propagación vegetativa de thola en ambientes atemperados.
- Por su fácil manejo y bajo costo de propagación se debe incentivar para la producción de plantines de tholas para incentivar a los pueblos para realizar reforestaciones programadas en campo, ya que esta especie nos beneficia a todos.
- Se recomienda hacer estudios de lugares donde se encuentra la thola en estado de vulnerabilidad como en regiones que son propensos a perder estos tholares.

## 8. BIBLIOGRAFIA

- ACOSTO, M., J. SANCHEZ Y M. BANEN. 2000.** Fundamentos de fisiología vegetal: Auxinas. Barcelona. p. 378 - 388.
- ARRIAGA, A. 1994.** “Manual de reforestación con especies nativas colecta y preservación de semillas, propagación y manejo de plantas”. Universidad Nacional Autónoma de México, México. pp 97 – 80.
- ANDÚJAR, F; MOYA, J. 2009.** La pimienta: su cultivo y perspectivas en la República Dominicana. Santo Domingo, DO, JICA. 136p.
- ALDANA, M. 2010.** “La multiplicación por estacas o enraizamiento de ramilla: una excelente alternativa para la reproducción del cacao asexual o vegetativo del cultivo del cacao”. Programa MIDAS de USAID. Colombia.45p.
- APARICIO, J. 2003.** Anfibios. En Flores, E. y C. Miranda (eds.). Fauna Amenazada de Bolivia. DGB, UICN/ Bolivia.
- ALCALDE, M. 1990.** Especies agrosilvopastoriles para la zona Alto Andina. Proyecto Árbol Andino. Punata- Perú. pp: 120 - 133.
- AYALA, G. 1990.** Agroecológica y saber andino, Agruco - Bolivia. pp.140 - 145.
- AZCON – BIETO; TALON, 2000.** Fisiología y bioquímica vegetal. Ed. Interamericana MCGAKAW – HILL. España. pp. 301 – 327.
- ARBOLANDINO, 1994.** Cultivo de invernadero. Ed. Mundi – Prensa. España. pp. 240 - 246.
- BADILLA, V; O. MURRILLO, 2005.** “Enraizamiento de estacas de especies forestales”. KURU reserva forestal. Costa rica. 5p.

- BRACHO, F. 2011.** Fruticultura general, el esfuerzo del hombre. Ed. Limusa, México. pp 546 - 549.
- BALLESTER, R. 2005.** Reguladores de Crecimiento para su uso en viveros. Del Instituto valenciano agraria, Venezuela pp 101 - 102.
- BELTRÁN, Y; A. CASTILLO, 1992.** Evaluación del efecto de auxinas en diferentes sustratos sobre el enraizamiento de estacas de mora de castilla (*Rubus glaucus*). Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 87p.
- BOGNETTEAU, E. 1997.** Propagación de plantas para el desarrollo forestal comunal en los andes Bolivianos. Proyecto FAO/Holanda/Prefectura, Desarrollo Forestal Comunal EN: el Altiplano Boliviano. Potosí, Bolivia. pp. 66 – 83.
- BOTTI, M. 1999.** Principios de la propagación y técnicas de propagación por estacas. En: Manejo tecnificado de invernaderos y propagación de plantas. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. pp 72 - 82.
- BOHM, W. 1979.** Methods of study root system. Brühlsche Universitats druckerei, Lahngieben, Alemania.188p.
- BRUMEL, D Y MAY, J. 1978.** Rapid cellular responses to auxin and the regulation of the growth. En: plant celland env.No 10. P 528 - 542.
- CABRERA, A. 1978.** Sinopsis del Genero (Compositae). Telleres “el sol”. Argentina. pp. 169 - 200.
- CALLISAYA, D. 1999.** Efecto del tamaño, remojo en agua y estratificación de brotes en la propagación vegetativa de la Queñua ( *Polylepis incana* Kunth).Tesis

de grado. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz- Bolivia. pp. 100 – 200.

**CALZADA, M.1989.** Manual de plantas ecológicas de Bolivia, 2da Ed. Amigos del Libro. Cochabamba- Bolivia. pp. 11 - 100.

**CABELLO, A. 1990.** Enraizamiento de estacas de Alerce (*Fitzroya cupressoides*) y de mañío macho (*Podocarpus nubigenalind.*). Ciencias Forestales, 6 (2): pp 135 - 139.

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y PROMOCIÓN DEL CAMPESINADO (CIPCA), 2008.** Praderas nativas manejo y recuperación. Programa de pequeños donaciones del fondo para el medio ambiente mundial, del programa de naciones unidas para el desarrollo que fue ejecutada por Project Concern Internacional (PCI) 2011 guía para la recuperación, conservación y evaluación de las praderas nativas. pp 9 - 13.

**CHOQUE, R. 2006.** Enraizamiento del Olmo (*Ulmus PumilaLin.*) con la aplicación de tres Fitoenraizadores (Ácido naftalen acético, agua de coco, takeroot) en condiciones controladas."Tesis de Grado". Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia. pp 35 – 56.

**DICK, J. 1991,** "Influence of propagation environment and cutting length on the rooting of *Prosopis juliflora* (Swartz) DC. Nitrogen Fixing" Tree Research Reports 9: pp 114 - 116.

**DISPONIBLE** en [htt://www.goglear.com](http://www.goglear.com) \educativos\ ATLAS DIGITAL DE BOLIVIA\ Mapas 2012

**DURYA, L. 1984.** Propagación de Especies Forestales nativas de la región Andina del Perú. Organización de Estados Americanos. Perú. pp. 31 - 95.

- JORDAN, H; G. CASARETTO, 2006.** Plantas para la leña del sur – Occidente de Puno, Proyecto Árbol Andino, Puno – Perú.165p.
- FAULDS, T. 1986.** Propagation of cuttings in New. Forest Research Institute. Nueva Zelanda. pp 22 – 26.
- FERNANDEZ, G; U. LEAL, 1997.** Flora Ilustrada Alto andina. Herbario Forestal Nacional “Martín Cárdenas” Ed Herbario Nacional de Bolivia. Cochabamba, Bolivia. 65p.
- FOOD AGRICULTURA ORGANIZATION, 1996.** Mejora genética de arboles forestales. FAO Montes. Roma, Italia. pp 189– 200.
- FORERO, C; N.BECERRA, 2008.** Propagación de gulupa (*Passiflora edulis* Sims.) por estacas. “Tesis de grado”, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 92 p.
- GASPAR, D. 1998.** Formaciones Vegetacionales del área andina de Bolivia. Programa de Bosques Nativos Andinos. Ed. Molina. La Paz, Bolivia. 62 p.
- GONZÁLEZ, L. 2002.** PROYECTO PÁRAMO ANDINO – ECOPAR. Propagación y productos del mortiño (*Vaccinium floribundum Kunth*). “Tesis de grado”, Universidad nacional del Perú. Perú 100 p.
- GOITIA, L. 2000.** Manual de Dasonomía y silvicultura, Facultad de agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia. pp. 1 -3.
- GUTIÉRREZ, B. 1995.** Consideraciones sobre la fisiología y el estado de madurez en el enraizamiento de estacas de especies forestales. Santiago, Chile, pp 261 – 277.
- HARTMANN, T. 1998.** Plant Propagation Principles and Practices.Sexta impresión México. pp 237 – 675.

**HARTMANN, H; D. KESTER, 1999.** Propagación de plantas. Principios y prácticas. Ed. Continental. México. pp 263 – 385.

**HAISSIG, L. 1988.** El quinchoncho (*Cajanuscajan L. Millsp*) y su aprovechamiento industrial. “Tesis de grado”. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. pp 80 - 90.

**HOWELL, S. 2003.** Cytokinins and shoot development. Trends Plant Science 8: pp 453 - 459.

**HURTADIO, D; MERINO, M. E. 1991.** Cultivo de Tejidos vegetales. Ed. Trillas. México. pp. 48 – 63.

**KOSE, L. 2000.** Causas e historia de la destrucción de bosques alto andinos en Bolivia – Missouri Botánica Garden. Ed. Quipus, La Paz. 534 p.

**IIP QOLLASUYO. 2003.** Autoridad Binacional del Lago Titicaca. Macrozonificación Ambiental del Sistema TDPS. Bases para el Plan de Gestión Ambiental del Sistema Hídrico del Lago Titicaca, Río Desaguadero, Lago Poopó y Salar de Coipasa (TDPS). Unidad de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. OEA, Puno. pp 9 – 55.

**ILCE. INSTITUTO LATINOAMERICANO DE LA COMUNICACIÓN EDUCATIVA. 2011.** “La propagación Vegetativa”. Disponible en: [bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sitas/ciencia3/157/Hm/sec\\_6.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sitas/ciencia3/157/Hm/sec_6.htm). Consultado: 26 de Junio del 2011.

**LALLANA, V. 2001.** MANUAL DE PRACTICAS DE FISILOGIA VEGETAL. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UNER. pp 49 - 47.



- LEÓN, P. 2008.** “Propagación de dos especies de yagual (*Polylepis incana* y *polylepis racemosa*) utilizando dos enraizadores orgánicos y dos enraizadores químicos en el vivero forestal del CREA en el cantón y provincia del Cañar. Escuela superior politécnica de Chiborazo Riobamba-Ecuador. pp 55 – 63.
- LENIK, D; N. BARTON, 2005.** Métodos de investigación Pecuaria. Ed. Trillas. México pp 82 – 83.
- LOPEZ, A. 2007.** Informe final del proyecto “Asistencia Técnica y Capacitación en Sistemas Agroforestales tipo Multiestratos”. ALADI. Montevideo – Uruguay. 47p.
- LOJAN, I. 1992.** “El verdor de los Andes”. Ed. Luz de América, Quito – Ecuador. pp 72 -75.
- LIUNA, D. 2006.** Hormonas vegetales: crecimiento y desarrollo de la planta. Ed. La Molina, Cochabamba – Bolivia. pp 23 – 26.
- MERINO, J. 1991.** La multiplicación de las plantas y el vivero. Multiplicación vegetal. Ed. Mundi - Prensa. – España. 165p.
- MORALES, D. 2002.** Degradación de los recursos agrícolas en los sistemas de producción andinos. Ed. IDR “Instituto de Desarrollo Regional”, La Paz – Bolivia pp 56 - 62
- NAVARRO, G. 1993.** Vegetación de Bolivia: el Altiplano meridional. Rivasgodaya 7 pp 69 - 98.
- NOVOA, V. 2010.** Efecto de seis tipos de sustratos y tres dosis de ácido  $\alpha$  naftalenacético en la propagación vegetativa de mortiño (*vaccinium floribundum kunth*). “Tesis de grado” Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales. Ecuador. pp 40 - 48

- OCHOA, R. 2006.** Diseños experimentales. Manual práctico N°1. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia
- PROJECT CONCERN INTERNACIONAL, 2011.** Plantas para la leña del sur – Occidente de Puno, Proyecto Árbol Andino, Puno – Perú, pp. 165 - 175
- QUELCA, M. 2003.** Evaluación de la erosión de los suelos por la extracción de thola (*Parastrephia Guadrangularis*). “Tesis de grado” Universidad Mayor de San Andrés. La PAZ – Bolivia. pp. 3- 9.
- QUEBRACHO, L. 2010.** Revista de Ciencias Forestales –Vol.18 (1,2) – EEA INTA – Concordia. Mejoramiento Genético Forestal. Estación Yuquerí Concordia, Entre Ríos, Argentina.
- RYUGO, K. 1993.** Fruticultura – Ciencia y arte. AGT Editor, S.A., México. 460p.
- ROJAS, F. 2004.** Aplicación del programa SAS. Sistema de Análisis Estadístico en la Investigación agropecuaria. Primera Edición. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia. pp 100 – 150.
- ROSE, R ; T.BIRCHER, 1998.** La Plántula ideal: revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. Investigación Agraria: Sistemas y recursos forestales. 7 (1): pp 109 – 122.
- SALISBURY, F. 1991.** Fisiología vegetal., Ed. Iberoamericana, México. 579p.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología), 2011.** Registros Meteorológicos, del Municipio de Pucarani – Primera sección de la Provincia los Andes. La Paz – Bolivia.
- STRASBURGUER, E. 1994.** Tratado de botánica. Ed. Omega, Barcelona – España. pp 19 – 68.

- SUAREZ, K. 1997.** Propagación vegetativa de (*Eucalyptus globulus*) a través de enraizamiento de estacas. “Tesis de grado” Universidad de Concepción, de Ciencias Forestales, Chile. pp 50 - 64.
- TIPO, J. 2000.** Técnicas de recuperación en praderas nativas aplicadas a thólares “Tesis de grado”. Universidad de Concepción, de Ciencias Forestales, Chile. pp 133.- 135.
- TORRES, H. 1992.** Usos tradicionales de Arboles Nativos en el sur del Puno proyecto apoyo al desarrollo forestal comunal en la región alto andina. Ed. Árbol Andino. pp.30 – 33.
- VICENTE, J. 2001.** Guía Metodológica de Diseños Experimentales. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia. 117p.
- WEAVER, R. 1996.** Reguladores del crecimiento en las plantas en la agricultura. 2da Ed. Trillas. México– México. pp 622.
- YANEZ, W. 2011.** Cátedra de Fitomejoramiento. Escuela Superior Politécnico de Chinborazo. Riobamaba – Ecuador. pp 45 – 60.

# **ANEXOS**

**Anexos 1. Selección del terreno en la comunidad de Lucurmata, municipio de Pucarani**



**ANEXO 2. Preparación y embolsado del sustrato en las platabandas**





### **ANEXO 3. Recolección y selección del material de estudio**



### **ANEXO 4. Preparación y aplicación de las fitohormonas al lugar definitivo.**





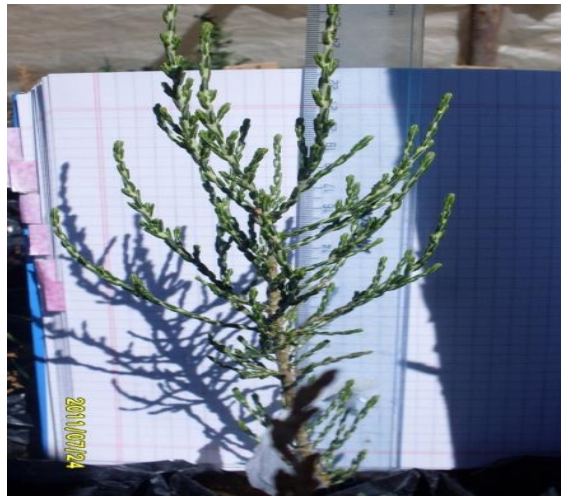
**ANEXO 5. Plantines de Thola (*Parastrephia lepidophylla*) embolsados**



**ANEXO 6. Evaluación del material de estudio**









**ANEXO 7. evaluación de plantines de la Thola (*Parastrephia lepidophylla*)**



**ANEXO 8. Plantines de la Thola con raíces desarrolladas**

