

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



## **TESIS DE GRADO**

**REPRODUCCIÓN ASEXUAL DE LA CANTUTA (*Cantua  
bicolor* Lem.), UTILIZANDO ENRAIZADORES  
NATURALES Y SUSTRATOS**

**Modesta Chalco Valente**

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2011**

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

**REPRODUCCIÓN ASEXUAL DE LA CANTUTA (*Cantua bicolor*  
*Lem.*), UTILIZANDO ENRAIZADORES NATURALES Y  
SUSTRATOS**

Tesis de grado presentado como requisito  
Parcial para optar el Título de  
Ingeniería Agronómica

**MODESTA CHALLCO VALENTE**

**ASESORES:**

Ing. Luís Goitia Arze

\_\_\_\_\_

Ing. M.Sc Milton Victor Pinto Porcel

\_\_\_\_\_

**TRIBUNALES:**

Ing. David Callisaya Gutiérrez

\_\_\_\_\_

Ing. M.Sc. Ángel Pastrana Albis

\_\_\_\_\_

Ing. Roberto Miranda Casas

\_\_\_\_\_

**Presidente Tribunal**

\_\_\_\_\_

## **DEDICATORIA**

A Dios por ser un verdadero padre, estando junto a mi todo el tiempo y guiarme,  
porque sin su presencia nada de esto sería posible.

A mis padres, sobre todo a Marta Valente

A mi esposo e hijos, que me colaboraron y apoyaron en todo el trabajo

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecimiento eterno a Dios por su amor incondicional y su presencia en mi vida, su protección cada milésima de segundo, por darme todo lo que tengo y haber puesto a muchas personas para que pueda hacer realidad mis mas anhelados sueños, deseos como concluir mis estudios universitarios y realizar este trabajo de tesis.

A mis asesores Ing. M.Sc. Luís Goitia Arce, Ing. M.Sc. Milton Pinto, Ing. M. Sc. Ángel Pastrana, por su apoyo incondicional en la elaboración del trabajo.

A los Docentes Ing. M.Sc. Jaime Rodríguez, Ing. M.Sc. Felix Rojas por el apoyo y colaboración en la elaboración del presente trabajo.

A la empresa EMA VERDE (Empresa Municipal de áreas verdes) que esta a cargo del Ing. José Claros y al técnico Sergio Sambrana, por permitir elaborar la práctica de campo.

A mis docentes de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Mayor de San Andres por la formación y haberme acogido durante todo los años de estudios superiores.

Un agradecimiento especial a los Ancianos de la congregación EKKLESIA y al Lic. Richard Koria, perteneciente a la congregación, por la orientación oportuna y muy valiosa brindada para la elaboración de la tesis.

Agradecer en gran manera a mi familia, por el apoyo y la colaboración en el trabajo y la elaboración de la tesis a mi esposo e hijos Joel en especial.

También agradecer a mis amigos que formaron parte del presente

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>i</b>
<b>AGRADICIMIENTO.....</b>	<b>ii</b>
<b>CONTENIDO.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABREVIATURAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>INDICE DE CUADROS.....</b>	<b>lx</b>
<b>INDICE DE GRÁFICAS.....</b>	<b>x</b>
<b>INDICE DE FOTOS.....</b>	<b>xi</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xii</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
1.1.1. Objetivo General.....	3
1.1.2. Objetivos Específicos.....	3
<b>2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1. Familia Polemoniáceae.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2. La Cantuta (<i>Cantua bicolor</i> Lem.).....</b>	<b>6</b>
2.2.1. Taxonomía.....	7
2.2.2. Descripción botánica.....	8
<b>2.3. Distribución geográfica.....</b>	<b>10</b>
<b>2.4. Clima y suelo.....</b>	<b>10</b>
<b>2.5. Importancia Biológica.....</b>	<b>11</b>
<b>2.6. Recursos fitogenéticos.....</b>	<b>11</b>
<b>2.7. Conservación de los recursos fitogenéticos.....</b>	<b>12</b>
<b>2.8. Usos de la Cantuta.....</b>	<b>12</b>
2.8.1. Uso medicinal.....	12

2.8.2. Uso Ornamental.....	13
2.8.3. Uso en etnoveterinaria.....	13
2.8.4. Uso en Agroforestería y conservación de suelos.....	13
<b>2.9. Productos / Subproductos.....</b>	<b>14</b>
<b>2.10. Propagación de plantas .....</b>	<b>15</b>
2.10.1. Propagación por semilla (sexual).....	16
2.10.2. Propagación asexual .....	16
<b>2.11. Propagación de la Cantuta.....</b>	<b>17</b>
<b>2.12. Métodos de propagación .....</b>	<b>17</b>
2.12.1. Acodado .....	17
2.12.2. Injerto.....	17
2.12.3. Esqueje.....	18
2.12.4. Estaquillado o estacado.....	18
<b>2.13. Estado fisiológico para la propagación asexual.....</b>	<b>19</b>
2.13.1. Edad de la planta .....	19
2.13.2. Estado de lignificación .....	19
2.13.3. Tipos de estacas y la época de corte de la estaca.....	19
2.13.4. Longitud de la estaca .....	20
<b>2.14. Razones para emplear la propagación asexual.....</b>	<b>21</b>
2.14.1. Ventajas e importancia de la propagación vegetativa.....	21
2.14.2. Condiciones que deben considerarse en la propagación vegetativa.....	22
2.14.3. Conservación de las estacas .....	22
2.14.4. Época de recolección.....	22
<b>2.15. Bases hormonales para el enraizamiento .....</b>	<b>23</b>
2.15.1 Reguladores del crecimiento vegetal.....	23
2.15.1.1. Auxinas.....	23
2.15.1.2. Citoquininas.....	24
2.15.1.3. Giberelinas.....	25

<b>2.16. Enraizadores naturales</b> .....	25
2.16.1. Extracto de Sauce ( <i>Salix babilonica</i> L.).....	25
2.16.2. Agua de coco .....	26
2.16.2.1. Algunos componentes orgánicos del agua de coco (AC).	27
<b>2.17. Medios de enraizamiento</b> .....	28
2.17.1. Sustratos utilizados .....	28
2.17.1.1. Suelo.....	28
2.17.1.2. Sustrato.....	29
2.17.2. Propiedades de los sustratos de cultivo.....	30
2.17.2.1. Propiedades físicas.....	30
Porosidad.....	30
Densidad.....	30
Estructura.....	31
2.17.2.2. Propiedades químicas.....	31
a) Químicas.....	31
b) Físico-químicas.....	31
c) Bioquímicas.....	32
2.17.2.3 Propiedades biológicas.....	32
a) Velocidad de descomposición.....	32
b) Efectos de los productos de descomposición.....	33
c) Actividad reguladora del crecimiento.....	33
<b>2.18. Características del sustrato ideal</b> .....	33
2.18.1. Propiedades físicas: .....	33
2.18.2. Propiedades químicas: .....	34
2.18.3. Otras propiedades.....	34
<b>2.19. Tipos de sustratos</b> .....	34
<b>2.20. Labores durante el enraizamiento</b> .....	35
<b>2.21. Factores de la rizogénesis.</b> .....	35

2.21.1. Fases de la rizogénesis.....	36
2.21.2. Formación y desarrollo de las raíces .....	36
<b>3. LOCALIZACIÓN.....</b>	<b>37</b>
<b>3.1. Ubicación Geográfica.....</b>	<b>37</b>
<b>3.2. Características generales del área de estudio.....</b>	<b>37</b>
<b>3.3. Características ecológicas.....</b>	<b>38</b>
3.3.1. Condiciones climáticas.....	38
<b>3.4. Flora de la ciudad de La Paz.....</b>	<b>39</b>
<b>3.5. Suelo.....</b>	<b>44</b>
<b>4. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>45</b>
<b>4.1. Materiales.....</b>	<b>45</b>
4.1.1. Material vegetal.....	45
4.1.2. Sustratos.....	45
4.1.3. Enraizadores naturales.....	45
4.1.4. Material de campo.....	45
4.1.5. Material de gabinete.....	46
<b>4.2. Metodología.....</b>	<b>46</b>
4.2.1. Preparación del sustrato.....	46
4.2.2. Preparación de enraizadores naturales.....	48
Agua de coco.....	48
Extracto de sauce.....	48
4.2.3. Recolección de estacas.....	48
4.2.4. Transplante.....	50
4.2.5. Labores culturales.....	51
Riego.....	51



Deshierbe.....	52
<b>4.3. Croquis del Experimento .....</b>	<b>52</b>
<b>4.4. Variables de respuesta.....</b>	<b>52</b>
4.4.1. Porcentaje de prendimiento.....	52
4.4.2. Número de brotes.....	53
4.4.3. Número de hojas.....	53
4.4.4. Diámetro de esqueje.....	53
4.4.5. Longitud de raíz.....	53
<b>4.5. Diseño experimental.....</b>	<b>53</b>
<b>4.6. Análisis estadístico.....</b>	<b>54</b>
4.6.1. Modelo lineal aditivo.....	54
4.6.2. Métodos estadísticos para análisis de datos.....	55
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>56</b>
<b>5.1. Distribución de la Cantuta (<i>Cantua bicolor</i> Lem.) en Bolivia.....</b>	<b>56</b>
<b>5.2. Porcentaje de prendimiento.....</b>	<b>57</b>
<b>5.3. Número de brotes.....</b>	<b>60</b>
<b>5.4. Número de hojas 1ra Muestra.....</b>	<b>62</b>
<b>5.5. Número de hojas 2da Muestra.....</b>	<b>65</b>
<b>5.6. Longitud de raíz.....</b>	<b>68</b>
<b>5.7. Diámetro de esqueje.....</b>	<b>70</b>
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>72</b>
<b>7. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>74</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>76</b>
<b>9. GLOSARIO.....</b>	<b>81</b>
<b>10. ANEXOS.....</b>	<b>84</b>

## ABREVIATURAS

<b>Sigla</b>	<b>Significado</b>
Amarant.	Familia Amarantáceas
Aral.	Familia Araliáceas
Brom.	Familia Bromeliáceas
Caes.	Género Caesalpinia
Cm.	Centímetro
Comp.	Familia Compuesta.
Conv.	Familia Convolvuláceas
Cruc.	Familia Crucíferas
Chenop.	Género Chenopodium
Euphorb.	Género Euphorbia
Gram.	Familia Gramíneas
Geran.	Familia Geraniáceas
Leg.	Familia Leguminosas
Long.	Longitud
Nyct.	Género Nyctoceos
Malv.	Familia Malváceas
Oleac.	Familia Oleaginosa
Onag.	Género Ocnothera
Oxal.	Familia Oxalidáceas
Pap.	Subfamilia Papilionadas
Poligon.	Familia Poligonáceas
Polem.	Familia Polemoniáceas
Ros.	Familia Rosácea
Solan.	Familia Solanáceas
Umb.	Familia Umbelíferas

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadros:</b>	<b>Pág.</b>
1. Cantidad utilizada por cada componente del sustrato.....	45
2. Proporciones de cuatro tipos de sustratos.....	47
3. Análisis de varianza de Chi cuadrado para el porcentaje de prendimiento.....	57
4. Análisis de varianza para el número de brotes.....	61
5. Análisis de varianza para el número de brotes (Transformación raíz cuadrada).....	62
6. Análisis de varianza de Chi cuadrado para el número de hojas.....	63
7. Análisis de varianza de Chi cuadrada para el número de hojas 2da muestra (120días).....	66
8. Detalle de longitud de la raíz en plantines procedentes de los 4 tratamientos..	68
9. Análisis de varianza para el diámetro de esqueje.....	70

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figuras:</b>	<b>Pág.</b>
1. Mapa de ubicación del vivero de Sopocachi de la Empresa EMAVERDE	37
2. Temperaturas promedio registrados en un periodo de ocho meses, 2005-2006 datos obtenidos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.....	38
3. Distribución geográfica de la Cantuta ( <i>Cantua bicolor</i> Lem.) en Bolivia.....	56
4. Efecto del tipo de enraizadores sobre el porcentaje de prendimiento.....	58
5. Efecto de sustratos en el prendimiento.....	58
6. Interacción de enraizadores y sustratos en el porcentaje de prendimiento.....	60
7. Efecto de enraizadores en el número de hojas a los 60 días.....	64
8. Efecto de los sustratos en el número de hojas a los 60 días.....	64
9. Efecto del enraizador en el número de hojas a los (120 días).....	66
10. Efecto de los sustratos en el número de hojas 2da Muestra (120 días).....	67
11. Efecto del tipo de los enraizadores sobre el diámetro de esqueje.....	71

## INDICE DE FOTOS

<b>Fotos:</b>	<b>Pág.</b>
1. Recolección de estacas de Cantuta.....	49
2. Muestra de estacas de Cantuta con corte visel.....	49
3. Muestra del vivero donde se realizó el estudio.....	50
4. Transplante de estacas de Cantuta.....	50
5. Platabanda de propagación vegetativa de la Cantuta.....	51
6.y 7. Estacas de Cantuta en plena brotación.....	61
8. Número de hojas.....	65
9. Registro de la longitud de raíces de cada tratamiento.....	69
10. Registro del diámetro de esqueje en plantines de Cantuta.....	71

## RESUMEN

La investigación sobre la “cantuta” se llevo a cabo en el vivero de Sopocachi, dependiente de la honorable alcaldía municipal EMA VERDE.(Empresa municipal de áreas verdes), nos sirve para dar a conocer más sobre este bello arbusto que muchos ignoran sobre su repoblamiento, no existe ninguna información en nuestro país, más aun si es considerada como un símbolo patrio.

Su población es extinta de forma natural solo se lo encuentra en plazas y casas en nuestro medio, tiene muchos usos: sirve como cortina de rompe viento, es medicinal, se usa para estabilizar riveras, el tallo y las hojas tiernas sirven para cestería, se saca tinte amarillo del tallo y de las hojas.

Por estas muchas razones se hace el estudio sobre la reproducción asexual de la cantuta (*Cantua bicolor* Lem.) con enraizadores naturales que son agua de coco y extracto de sauce, la que dio mejor resultado es el agua de coco en el porcentaje de prendimiento, ensanchamiento de las estacas y el enraizamiento, esto debido al contenido de sustancias de crecimiento como la auxina y la giberelina que ayudan en el enraizamiento de las estacas de cantuta en menor tiempo también el contenido de azucares son favorables.

Se observa también que la floración es más rápida por esta forma de reproducción, que es lo que se busca. El sustrato utilizado se ha visto que el mejor es; S3 (sustrato 3) por el contenido de un alto contenido de turba 40%, un 10% de estiércol, 25% de arena y 25% de tierra y S1 (sustrato 1) turba 35%, estiércol de ovino 10%, arenilla 35% y tierra del lugar 20% a la comparación de las demás que contenían un porcentaje elevado de estiércol lo que no favoreció en el prendimiento ni el enraizamiento.

Con la investigación demostramos que el agua de coco es un buen enraizador para las estacas de Cantuta (*Cantua bicolor* Lem.) y también el sustrato S3 y S1 que tiene porcentaje elevado de turba y bajo porcentaje de estiércol son beneficiosos para el desarrollo de las estacas.

Lo que se quiere es repoblar con este arbusto todos los lugares donde se desarrolla de esa forma evitar la extinción de esta especie arbustiva.

## 1. INTRODUCCIÓN

La extinción de especies forestales y arbustivas en Bolivia ha llegado a constituirse en una práctica recurrente con consecuencias muy graves para el repoblamiento forestal y para la renovación sostenible de los bosques. La tala indiscriminada de bosques, los incendios forestales provocados por el chaqueo, el mal manejo de los bosques, los procesos de colonización, que implican la habilitación de tierras para el cultivo y el pastoreo, y la falta de investigaciones que promuevan su uso, han contribuido sin duda a la reducción y en algunos casos a la desaparición de especies forestales y arbustivas.

Este es el caso de la cantuta (*Cantua bicolor* Lem.), especie nativa que puede ser utilizada y fácilmente aprovechable en cercos vivos, así como en la protección de cultivos hortícolas, sin considerar que, en el estrato arbustivo, la cantuta es utilizada como cortinas de vegetación contra heladas; razones que justifican el desarrollo de procesos de reproducción asexual de esta especie en el país.

Entendiendo que la protección a las especies forestales y arbustivas, debe emerger de una política de Estado, que conduzca a proteger los bosques y las reservas forestales y de esta forma impedir la extinción de especies forestales arbustivas que cumplen un rol importante en el mantenimiento de la biodiversidad y el control de la erosión de los suelos en los diferentes ecosistemas.

De acuerdo a lo que manifiesta Infantes (1962), el género *Cantua* comprende 11 especies endémicas de Ecuador, Perú y Bolivia. Cuando este autor habla de especies endémicas, hace referencia a especies que son susceptibles de extinguirse o desaparecer, lo que exige adoptar medidas de largo aliento que posibiliten revertir la extinción de estas especies, que se consideran útiles al hombre por su aplicación y utilidad en la agricultura y en otros fines.



El área de distribución geográfica varía según las especies; en Ecuador, sólo se encuentran dos especies: *Cantua pyrifolia* y *Cantua quercifolia*; en Bolivia tres *Cantua*: *Cantua buxyfolia*, *Cantua bicolor* y *Cantua flexuosa*. En el Perú, solamente *alutacea* y *Cantua buxyfolia*. (Infantes, 1962)

La densidad poblacional de estas especies en los tres países es demasiado baja, especialmente en Bolivia, la Cantuta (*Cantua bicolor* Lem.) es una especie casi extinta que solo se encuentra en una mínima cantidad en algunas plazas y casas, pequeñas plantaciones en la zona andina, aunque ha quedado determinada su utilidad en la protección a los cultivos hortícolas, medicinal y en otros usos en apoyo a la actividad agrícola.

La cantuta (*Cantua bicolor* Lem.) ha sido declarada símbolo nacional, mediante Ley de la República, lo que implica que a partir del establecimiento de esta normativa vigente, debe proveerse su reproducción, por constituirse en parte de los símbolos patrios que deben protegerse y cuidarse en el ámbito nacional.

De acuerdo a diagnósticos realizados y a datos que emergen de inventarios forestales que se han levantado en la región andina del país, se establece que la población de la cantuta se ha visto seriamente disminuida, por una serie de razones como ser, la extinción de especies forestales arbustivas y sobre todo por la carencia de programas de investigación forestal que posibiliten la restitución de las especies endémicas, posibilitando que pueda promoverse la reposición de la flora en aquellos lugares geográficos, en los que por sus características, se constituyen en zonas aptas para el cultivo y la reproducción de esta especie arbustiva.

El presente trabajo de investigación se realizó para responder a la necesidad que existe por contribuir, desde la práctica profesional, a promover el repoblamiento forestal de este tipo de especies nativas que, por sus características, se constituyen en variedades endémicas tendientes a desaparecer, sino se adoptan medidas urgentes y necesarias que permitan reconducir el repoblamiento forestal, en

contraposición a la depredación a la que el hombre nos tiene acostumbrados por la carencia de un manejo sostenido de los bosques y las especies forestales y arbustivas.

En este contexto, es posible afirmar que promover la reproducción asexual de la cantuta (*Cantua bicolor* Lem.), permitirá establecer métodos para acelerar el proceso de enraizamiento, utilizando sustratos y enraizadores naturales y adecuados para esta especie, considerando que identificar nuevos métodos para la propagación de esta especie arbustiva, permitirá incrementar su población.

La importancia de llevar el presente trabajo radica en: acelerar el enraizamiento de la cantuta (*Cantua bicolor* Lem.), además de determinar el sustrato para desarrollar en mejor grado en el proceso de enraizamiento ya que esta especie se desarrolla de forma óptima en las condiciones climáticas de la ciudad de La Paz. Otra razón fundamental es la falta de investigación sobre esta especie nativa que tiene usos de mucha importancia, contribuyendo así al conocimiento de la especie y al desarrollo, como alternativa para la forestación de la ciudad de La Paz, y en regiones donde se desarrollan de forma óptima en el país.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1. Objetivo General**

Evaluar la reproducción asexual por el efecto de los enraizadores naturales (extracto de sauce y agua de coco) y cuatro sustratos en estacas de la Cantuta (*Cantua bicolor* Lem.).

### **1.1.2. Objetivos Específicos**

- \* Determinar el comportamiento de las estacas en relación a los enraizadores y sustratos.

- \* Contribuir al estudio y conocimiento del efecto que producen los enraizadores naturales (extracto de sauce y agua de coco) en las estacas de la cantuta (*Cantua bicolor* Lem.).
  
- \* Evaluar el enraizamiento de las estacas de la cantuta (*Cantua bicolor* Lem.) con la aplicación de enraizadores naturales y cuatro sustratos; (S1, S2, S3 y S4).

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Familia polemoniáceae

Rojas (1996), menciona que la familia consta de unos 270 especies en 13 géneros originarios de Europa, Asia y América. Una especie interesante es *Cantua buxifolia* y *Cantua bicolor* (Cantuta) flor nacional de Bolivia en otros países de América se lo conoce como “Flor de la paz “.

Reynel y León (1990), mencionan en el aspecto general que la cantuta es un bello arbusto de ramas erectas, nudosas, con follaje ralo; tiene hojas pequeñas y en grupos en los nudos; sus flores son tubulares, vistosas, de color rojo, amarillo, fucsia o combinado. Las ramitas terminales cilíndricas o angulosas, 3-5 mm de diámetro, color marrón claro o cenizo, nudosas, leñosas, glabras y erectas.

Los mismos autores, señalan que las hojas son simples, alternas o fasciculadas en los nudos, sésiles a cortamente pecioladas, con el limbo oblanceolado u obovado, a veces elíptico, de 1.5 - 2 cm de longitud por 5 - 8 mm de ancho. Ápice mayormente obtuso, a veces agudo; base aguda, decurrente; borde entero (en ramitas maduras) o partido a sectado (ramitas tiernas). Nervación inconspicua, pinnada; láminas cartáceas, glabras.

Asimismo, señalan que la inflorescencia forma pequeños racimos terminales laxos. Las flores son vistosas, de hasta 10 cm de longitud. Cáliz tubular-campanulado, pubescente, de unos 2.5 - 2.8 cm de longitud y 0.6 - 0.8 cm de ancho, gamosépalo, con 5 - 6 lacinias triangulares desiguales, agudas, de unos 3 - 10 mm de longitud; en ellas se observan venas longitudinales protuberantes. Corola gamopétala campanulada de aproximadamente 5 a 8 cm de longitud, color amarillo, rojo, fucsia o combinado, resuelta en 5 lóbulos. Estambres 5 epipétalos, exsertos; filamentos filiformes de aproximadamente 5 cm de longitud; anteras de 5 - 7 mm de longitud, dorsifijas. Ovario súpero, ovoide, glabro; estilo filiforme de aproximadamente 6 cm de

longitud; estigma trilabiado. Los frutos son cápsulas elipsoides, trivalvares, de hasta 2.5 cm de longitud.; portan 20 a 35 semillas.

Dimitri (1980), menciona que las plantas de esta familia son generalmente anuales o perennes, herbáceas, arbustos, enredaderas, raramente arbóreas. Hojas alternas opuestas, simples, enteras, dentadas o palmeadas. Flores actinomorfas o raramente zigomorfas, hermafroditas solitarias, en cimas, capítulos, etc. Cáliz persistente, túbulos o acampanado, mas o menos profundamente 5 lobulado. Corola gamopétala, regular o ligeramente irregular, infundibuliforme, hipocrateriforme, acampanada o rotada, con el limbo 5-partido, de prefloración retorcida.

El mismo autor, señala que la familia presenta 5 estambres, insertos sobre el tubo de la corola, alternos con los lóbulos del limbo; inclusos o exsertos; anteras bitecas, de dehiscencia longitudinal. También indica que tiene un disco hipógino, Ovario súpero 2-3-locular con lóculos uni a plurióvulados; estilo simple; estigma 2-3-fido. Fruto cápsula loculicida, dehiscente por 2-3-valvas. Semillas aladas o envueltas por una capa mucilaginosa. Unas 270 especies originarias de Europa, Asia y América. A esta familia pertenece la flor del inca (*Cantua buxifolia* Lem.) Flor nacional del Perú y Bolivia.

Foster (1958), menciona que se hicieron estudios de todas las especies vegetales existentes en Bolivia por la universidad de Harvard donde se menciona que existen tres especies de Cantuta: *Cantua bicolor* Lem., *Cantua buxifolia* Juss y *Cantua perifolia* Juss.

## **2.2. La Cantuta (*Cantua bicolor* Lem.)**

Esta especie presenta varios nombres vernaculares como: Qantu, Qantus. Qantuta en quechua (Lara, 1971) y Khantuta en aymara.

La descripción corresponde al botánico francés Lemaire quien la diagnosticó y publicó en *Flore des Serres* (1847).

De acuerdo a Decreto Supremo del 1 de enero de 1924, promulgado en la presidencia de Bautista Saavedra, la Cantuta fue declarada como “Flor Nacional de Bolivia”. Se consagró como Emblema Nacional la flor de la “Khantuta Tricolor” (*Cantua bicolor*) que ostenta los colores de la Bandera Nacional en sus bellos colores corimbos como uno de los símbolos patrios destinados a reavivar y embellecer la tradición y las glorias de los pueblos andinos consecutivos de nuestro país, habiendo figurado en la heráldica del poderoso imperio del “Tawantinsuyo” (Anexo 4 y 5) (Rodríguez, 2000, en el Diario Hoy 13.05. 90).

Irmay (1956), menciona que mediante decreto supremo del 18 de octubre de 1933 en la presidencia de Daniel Salamanca, el día de la Cantuta (*Cantua bicolor* Lem.) es el 20 de octubre (Anexo 2).

### **2.2.1. Taxonomía**

Según Rojas (1996), la Cantuta se clasifica en:

Reino	:	Plantae
Sub reino	:	Embryobionta (cormofitas)
División	:	Magnoliophyta (Angiospermas)
Clase	:	Magnoliopsida (Dicotiledonea)
Sub clase	:	Asteridae
Orden	:	Polemoniales
Familia	:	Polemoniaceae
Género	:	Cantua
Especie	:	Cantua bicolor Lemaire

### 2.2.2. Descripción Botánica.

Rodríguez (2000), menciona también que la *Cantuta bicolor*, presenta la corola (gamopétala) de colores rojo y amarillo y el cáliz color verde.

Según De Lucca y Zalles (1992), la *Cantua longifolia* Brand. sp.: *Cantuta boliviana*, Chiri qantuta (aymara) es una especie bastante similar a *Cantua buxifolia*, pero con las hojas lanceoladas, largas, coriáceas, alternas y las flores amarillas con el extremo de los pétalos rojos.

Infantes (1962), menciona que, es un arbusto erecto (2- 3 m altura), ramificado. La descripción morfológica de esta especie es la siguiente:

**Raíz.-** El sistema radicular es profuso pero no extendido.

**Ramas.-** Cilíndricas, rugosas (3-6 mm. de diámetro.), glabrescentes. Internodios de 0,3 – 1,5 cm.

**Hojas.-** Alternas o subfasciculadas. Pecíolo (1 – 3 mm de longitud) pubescentes (pelos simples, pluricelulares). Láminas ovaladas o espatuladas (0,7 -1,8 cm de longitud por 2 – 6 mm de ancho), base cuneada; haz verde oscuro, pubescente; envés mas claro, también pubescente (pelos análogos a los de los ramos).

**Flores.-** Solitarias, axilares, erguidas, o mutantes; cada flor nace en la axila de una hoja o de una ramita. Pedúnculos (2 – 3 mm de longitud) pubescente. Cáliz tubuloso–campanulado (14-16 mm de longitud), generalmente sub-bilabiado, 5-lobulado, un labio con 2 lóbulos y el otro con 3, tubo (9 -17 x 5 – 10 mm de diámetro) pubescente (pelos simples, pluricelulares, glandulosos); lóbulos (3-6 x 1,5 – 4 mm) triangulares, desiguales, agudos, nervados pubescentes hasta tomentosos en el ápice, sobre todo en la parte interna.

El mismo autor señala que, la Corola (3,8 – 4,5 cm) 5-lobulada; tubo (2,8-3 cm x 7-8 mm diámetro) amarillo, glabro, 15-nervado; lóbulo bilobados (10-18 mm x 8 -13 mm), rosados, mucronados, micrón de 0,5 -1 mm. Estambres inclusos o subexertos, insertos en el tercio o cuarto inferior del tubo de la corola. Filamentos de 3-5 cm. Menciona también que las anteras sagitadas, cordadas, en seco reniformes (2,5 x 4,5 mm). Disco 5-lobado–ondulado (0,5 mm). Ovario oblongo (5-7 x 2,5 – 3 mm de diámetro), con más o menos 30 óvulos alados. Estilo incluso o exserto (4,2-6 cm). Estigma 3-fido, lóbulos de 2-3 mm.



*Cantua bicolor* Lem.

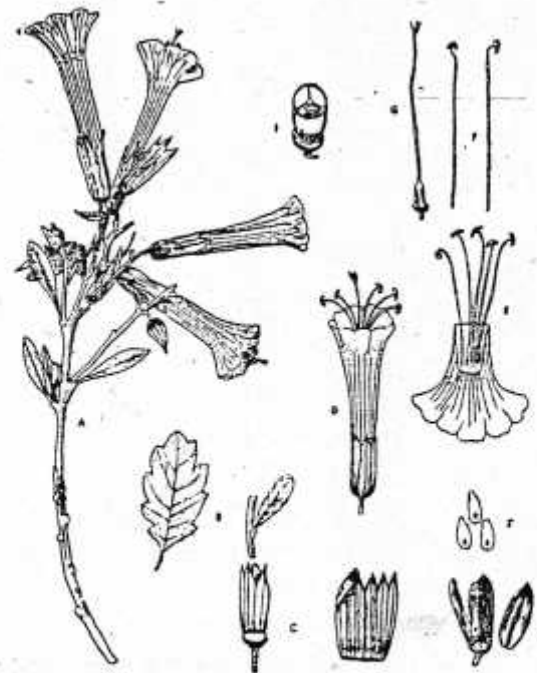


Fig. 4. — *Cantua alataca* Infantes — A, ramita florífera; B, hoja joven y adulta; C, cáliz entero y en corte longitudinal; D, flor; E, sección longitudinal de la corola con estambres; F, estambres, joven y adulto; G, pistilo; H, cápsula abierta; I, corte transversal de la cápsula; J, semillas x 0,5.

**Fruto.-** Cápsula oblonga (1,5- 1,8 cm x 6-8 mm de diámetro). Semillas oblongas (3 x 1,5 mm).

En Puno, se han registrado floraciones en agosto septiembre, octubre y enero. En Ayacucho florece en junio y fructifica en julio. El fruto de 20 a 30 semillas (Reynel y Felipe - Morales 1987).



Su floración en noviembre - diciembre, es indicadora de la época de siembra de la papa (Alcalde *et al.*1990), mencionado por Rodríguez, (2000).

### **2.3. Distribución geográfica**

Weberbauer (1945), indica que la cantuta es una especie verdaderamente andina y forma parte del género *Cantua*, mostrando su desarrollo como arbustos en esta región. El mismo autor, señala que, en la sierra que bañan los ríos Apurímac, Mantaro y sus afluentes abunda *cantua pyrifolia*. Característica del norte, es *Cantua quercifolia*; participa alrededor de los 2000 m en formaciones xerofíticas de las vertientes occidentales y los valles interandinos.

Infantes (1962) señala que, la especie habita en Perú y Bolivia en la región interandina entre 2560 - 4000 msnm. En Bolivia se encuentra en los departamentos de: Tarija (provincia Arce a una altitud de 2300 m), Cochabamba (Provincia Cercado a una altitud de 2560 m) y en La Paz (Provincia Murillo, a una altitud de 3800 m y en la Provincia Manco Kápac localidad Copacabana, a una altitud de 3850 m.

Lara (2009) menciona que la (*Cantua bicolor* Lem.) crece en cabeceras de valle, como en la localidad El Vío situado en el departamento de Chuquisaca, provincia Boeto en Villa Serrano, asimismo crece muy bien en las provincias Florida (Samaypata) y Valle grande del departamento de Santa Cruz.

Reynel y León (1990), indican que esta especie se distribuye en la Sierra Central y Sur del Perú, hasta Bolivia. Los pobladores de la zona gustan de propagarla como planta ornamental.

### **2.4. Clima y suelo**

Según Borel (1990), para la reproducción de cantuta se necesita clima templado al sol y lugares abiertos. Suelos sueltos, arcillosos con materia orgánica, bien drenados; si son semillas o estacas lo mejor es propagarlas en camas con arena.

Reynel y León (1990) mencionan que, respecto al requerimiento de suelo y agua, la planta de cantuta crece bien en suelos arenosos, franco-arenosos y tolera alta pedregosidad, prefiere sitios húmedos y crece de modo natural a la orilla de ríos y riachuelos. Pese a lo expresado, es una especie plástica y de fácil adaptación a medios variados.

Los mismos autores señalan que, respecto al rango altitudinal la “Cantuta” crece entre los 1.200 y 3.800 msnm. Mayormente es observable entre los 2.500 y 3.200 msnm (Central). Temperaturas: Observada en zonas con ocurrencia de heladas, y T°media anual de 10- 19°C.

## **2.5. Importancia Biológica**

Las especies forestales nativas, debido a que se encuentran adaptadas por excelencia a su ambiente, constituyen parte inapreciable del patrimonio nacional por el valor y diversidad que representan sus productos, ya que los bosques conformados por ellos se caracterizan por permitir el desarrollo de una biodiversidad tanto para albergar un mayor número de especies de animales y otros vegetales debido al aporte de humus y materia orgánica al suelo, haciéndolo más fértil (Nogales, 2004).

La misma autora menciona que, se constituye como regulador del régimen hídrico, de la conservación del suelo ya que mejora su calidad, le brinda porosidad, buena estructura física, lo protege contra la erosión brinda un micro clima a la región, minimiza los procesos de sedimentación, se constituye en una reserva de gran potencial para fomento al desarrollo del ecoturismo, ya que brindan excelentes zonas de belleza paisajística.

## **2.6. Recursos fitogenéticos**

Se entiende por recursos a todos los bienes que pueden ser utilizados directamente por los seres humanos, los recursos naturales son los que provienen de la naturaleza

y que el hombre utiliza para satisfacer sus necesidades, por ejemplo, la energía solar, el aire, el suelo, la vegetación, los minerales, la fauna silvestre, entre otros muchos, proveen la alimentación, habitación, vestido y otras necesidades (Péres 1966, citado por Nogales 2004).

Los recursos naturales se hallan ligados a medios de producción que son aprovechables en la actividad económica del hombre (LIDEMA 1992), por ejemplo las comunidades forestales constituyen una fuente de materias primas, para la producción de madera de valor comercial entre otros no obstante constituye en una fuente de recursos fitogenéticos (Nogales 2004).

## **2.7. Conservación de los recursos fitogenéticos**

La conservación de la diversidad biológica aparece en los últimos años como una necesidad imprescindible para garantizar la supervivencia de la humanidad, especialmente si se desea lograr no solo la subsistencia sino una vida placentera para los seres humanos que habitan el planeta (Nogales, 2004).

## **2.8. Usos de la Cantuta**

### **2.8.1. Uso medicinal**

Girault (1987), señala que la Cantua híbrida JUSS tiene un uso medicinal, las hojas frescas o secas hervidas en agua, sirven como cataplasma resolutivo sobre abscesos y tumores.

El mismo autor menciona que las flores de cantuta también tienen propiedades curativas; las flores, frescas o secas, cortadas muy temprano en la mañana con rocío, se las coloca en un recipiente de agua clara durante 3 ó 4 horas; se las retira y se pasan las flores sobre los ojos inflamados, para luego colocarlas nuevamente en el recipiente, si la inflamación continúa, se tiene que repetir la misma operación algunas horas después.

De Lucca y Zalles (1992), también mencionan que la infusión de las flores de cantuta se usa como remedio para la tos, coqueluche y asma.

Brack (1999), menciona los siguientes usos de la cantuta: Como antidiarreico, cocimiento de ramitas y flores; Contra la tos: infusión de las flores; Contra la ictericia: infusión de las flores; Ojos inflamados: lavados con la infusión de las flores.

Borel (1990), señala que sirve también como remedio para la diarrea infantil.

### **2.8.2. Uso ornamental**

Rodríguez (2000), menciona que, la planta arbustiva de la Cantuta es utilizada por los pobladores de la provincia Manco Kápac (cuenca del Lago Titicaca) en agroforestería, acequias, se encuentra como ornamento en parques, jardines y casas y también utilizan en arreglos florales para la Ch'alla de autos.

Según Brack (1999), por sus flores de varios colores (rojo, amarillo, blanco, verde-rojo-amarillo, rosado). Se la utiliza en los ritos funerarios y es considerada la flor de los incas.

### **2.8.3 Uso en etnoveterinaria**

Se usa como antidiarreico (Infusión de ramitas y flores) para animales. Borel (1990), señala que se usa para trastornos estomacales del ganado.

### **2.8.4. Uso en agroforestería y conservación de suelos**

Se usa también para cercos vivos, barreras vivas manejo de rebrotes, estabilización de riveras.

Su floración en noviembre-diciembre es indicadora de la época de siembra de la papa. Produce excelente leña, fácil de cosechar pero muy escasa (Reynel, 1988).

Reynel y León (1990), indican otros usos para la especie:

- Manejo de rebrotes
- Estabilización de riberas para la protección de áreas agrícolas

La Cantuta es un arbusto comúnmente propagado en la Sierra peruana, a menudo presente en cercos vivos perimétricos y en prácticas vinculadas con la protección de suelos (barreras vivas). La conformación de la planta es muy apropiada en este sentido, pues ramifica desde la base y posee un sistema radicular profuso pero no extendido lateralmente. Por su adaptabilidad a zonas temporalmente inundables, es asimismo apropiada para la protección ribereña (Reynel y León, 1990). También mencionan que tiene capacidad para generar rebrotes en buena cantidad. Ellos pueden ser manejados para brindar cosechas continuas.

Según Reynel y Felipe- Morales (1987), este arbusto se utiliza como Cercos vivos para cobijo de los cultivos y para la estabilización de riberas para protección de áreas agrícolas.

## **2.9. Productos/ Subproductos**

Reynel y León (1990), indican que, cuando alcanza buen porte, la Cantuta provee de madera de buena calidad, dura y amarilla; la leña es igualmente óptima. La producción de biomasa puede alcanzar unos 8 kg/individuo durante los dos primeros años, según registros efectuados en Tarma (Valle del Mantaro). Las ramas tiernas son aprovechadas en cestería.

León (1988), establece que en cuanto a productos y subproductos: la madera amarilla, vidriosa y compacta es apreciada para la fabricación de diversos objetos artesanales, estacas, rejas y herramientas de trabajo.

El mismo autor menciona que, las ramas delgadas se emplean para tejer canastas de buena calidad y fabricar instrumentos musicales como el chacarero. Su flor es considerada la flor nacional del Perú. Las hojas y madera se emplean como tinte.

Reynel (1988); Muñoz, (1988) propone también que, la *C. buxifolia* es un arbusto, alcanza hasta 6 m de altura pero en promedio 3-4m; tiene ramas erectas; sirve como refugio de fauna silvestre.

Van Eynde y Venero (1989), señalan que, en cercos vivos bajo riego, la planta aparecen promedio una vez en 100 m. al seco se encuentra hasta 13 plantas en 100 m.

Leña, dentro de las prácticas agroforestales muy utilizada como cerco vivo; también como barrera viva y en la protección de riberas, dado que se adapta bien en terrenos muy húmedos e inclusive inundables temporalmente.

## **2.10. Propagación de plantas**

La propagación de plantas consiste en efectuar su multiplicación por medios, tanto sexuales como asexuales. Para propagar las plantas con éxito es necesario conocer las manipulaciones mecánicas y procedimientos técnicos, cuyo dominio requiere de cierta práctica y experiencia, siendo ejemplo de ello cómo hacer injertos o preparar estacas (Hartmann y Kester 1997).

Además la propagación consiste en el aumento numérico de la población de una especie por multiplicación asexual o sexual cuyas porciones siguen creciendo por separado, formando nuevos individuos semejantes a aquel del que proviene (Rodríguez, 2000 mencionado por Choque, 2006).

Las estacas son el medio más importante para la propagación de arbustos ornamentales, tanto de especies de hoja caduca y hojas perennes (Hartman y Kester 1997).

Bajo adecuadas condiciones de medio ambiente, un fragmento de un órgano vegetativo de las plantas, desarrollará nuevos brotes y nuevas raíces y llegará a ser una nueva planta, los cuales se denominan estacas siendo la forma más simple de propagación (Trujillo, 1984).

### **2.10.1. Propagación por semilla (sexual)**

El método de propagación por vía sexual es empleado para fines de mejoramiento, este método da lugar a individuos de tipos diferentes que pueden ser distintos a la planta madre. La propagación por semilla de árboles y arbustos es una operación importante de viveros, que se efectúan ya sea para producir plantas que se emplean para forestación, trabajos de agroforestería, implantaciones de cubiertas para la fauna silvestre, plantaciones a lo largo de caminos (Hartman y Kester, 1997)

### **2.10.2. Propagación asexual**

La propagación asexual es posible debido a que cada una de las células de la planta contiene todos los genes necesarios para el crecimiento y desarrollo y, en la división celular (mitosis) que se efectúa durante el crecimiento y regeneración, los genes son replicados en las células hijas (Hartmann y Kester 1997).

Las formas de reproducción asexual más comunes son por estacas o esquejes, división de matas y acodos (Hartman y Kester, 1997).

Mencionan también que la propagación asexual o reproducción asexual consiste en la producción de individuos a partir de porciones vegetativas de la planta original y es posible porque cada célula de la planta contiene la información genética necesaria para generar la planta entera.

La multiplicación vegetativa es la reproducción empleando partes vegetativas de la planta madre, es posible por que cada célula de la planta contiene la información necesaria para generar la planta entera, la reproducción puede ocurrir mediante la formación de raíces adventicias (Ibid, 1994 citado por Choque 2006).

## **2.11. Propagación de la Cantuta**

Borel, (1990), menciona que la propagación de *Cantua buxifolia* se realiza por semilla y por estacas; sin usar auxinas se logra un prendimiento aproximado de 10%.

Según Goitia (2003), la reproducción asexual se realiza por estacas de raíces o tallos. Asimismo indica, que entre las razones para la reproducción asexual están: Inhabilidad de producir semillas, baja viabilidad de las semillas y otros.

## **2.12. Métodos de propagación**

### **2.12.1. Acodado**

Es un método de propagación mediante el cual se provoca la formación de raíces adventicias en un tallo que está todavía adherido a la planta madre, el cual se separa para convertirse en una nueva planta que crece en sus propias raíces. Existen diversos procedimientos para realizar el acodado simple, acodado compuesto o serpentino, el acodado aéreo o chino y el acodado de cepa (Calderón, 1986; Hartmann y Kester 1997)

### **2.12.2. Injerto**

Es una técnica que consiste en unir dos partes de plantas diferentes de modo que se integren y continúan creciendo como si se tratase de una sola planta. Una de las piezas, la púa, es el tallo de la planta que se desea multiplicar, dicha púa se inserta



en el sistema de vástago de otra planta que recibe el nombre de patrón o porta injerto (Lucas, 2000 mencionado por Choque, 2006)

### **2.12.3. Esqueje**

Esqueje, en el más amplio sentido es toda parte cortado de una planta que tiene la facultad de emitir raíces, alimentarse gracias a ellos desarrollar sus yemas o producirlas si no las tiene, y perpetuar así la planta madre o tutor. Plantaciones por esquejes, ciertas especies de árboles crecen más fácilmente si se emplean en la plantación esquejes, en vez de semilla (Thomson y Yerran, 1960).

Es un método simple y barato de propagar las plantas, consiste en obtener una porción del tallo que presenta yemas y hacerla enraizar en un substrato separado de la planta madre. La época para el esquejado varía con la especie y con el tejido de material de procedencia: tallos tiernos, semileñosos, leñosos, hojas o raíces (Lucas, 2000 mencionado por Choque, 2006).

### **2.12.4. Estaquillado o estacado**

El estaquillado consiste en tomar de un vegetal llamado pie madre, un órgano ayudarle a subsistir y después a regenerarse, es decir, volver a formar las partes que le faltan a fin de reconstituir una planta completa (Boutherin y Bron, 1989 mencionado por Nogales, 2004)

Estaca como “una parte cualquiera del vegetal, que separada de la planta y puesta en condiciones convenientes, emite raíces y desarrolla un brote (yema) que originará otra planta”. Generalmente, solo se denominan estacas a “porciones del tallo o rama”, pero con una acepción “raíces, hojas o fracciones de hojas utilizadas como tales con la finalidad de obtener nueva planta”. (Castañeda, 1984 citado por Nogales, 2004).

El mismo autor señala que se clasifica dependiendo de la parte de la cual se obtienen, en estacas de tallo (rizomas, tubérculos, cormos y bulbos), de hoja, con hojas y yema y finalmente estacas de raíz.

## **2.13. Estado fisiológico para la propagación asexual**

### **2.13.1. Edad de la planta**

Al tomar material para estacar se puede tener diversidad de tipos, abarcando (perennes, leñosas) desde ramas terminales muy suculentas de crecimiento de un año, hasta estacas de madera dura de varios años de edad. Las estacas tomadas de plántulas jóvenes enraízan con mayor facilidad que tomadas de plantas más viejas; también las estacas tomadas antes o después de floración son las que tienen mayor regeneración que plantas tomadas durante ese periodo (Hartmann y Kester, 1997)

El enraizamiento depende de que las estacas contengan un cierto número de hojas; porque la pérdida de hojas reduce considerablemente las probabilidades de enraizamiento. Los materiales nitrogenados y azucarados son cofactores del enraizamiento (Weaver, 1996).

### **2.13.2. Estado de lignificación.**

La edad de la planta y su estado de lignificación puede ser un factor muy importante. Casi siempre las estacas de plantas jóvenes (en su fase de crecimiento juvenil), enraízan con mayor facilidad que aquellas tomadas de plantas más viejas (en fase de crecimiento adulto), (Darwin, 1999).

### **2.13.3. Tipos de estacas y la época de corte de la estaca.**

Según Nogales (2004) existen diferentes tipos de estacas que se las clasifica de acuerdo a la parte de la planta de la que proceden así se tienen:

- Estacas de hoja, para iniciar plantas nuevas se utiliza el limbo de la hoja o el pecíolo.
- Estaca de raíz, se regeneran plantas nuevas de trozos de raíz.
- Estaca de tallo, son el tipo más importante, las estacas de tallo de segmentos de ramas que contienen yemas terminales o laterales, con la expectativa de que en las condiciones apropiadas formarán raíces adventicias y se obtendrán plantas independientes.

La misma autora indica que, las estacas se pueden dividir de acuerdo con la naturaleza de madera que se use:

- Estacas de madera dura, se hacen de madera dura después que se han caído las hojas y antes que aparezcan nuevos brotes en primavera, otoño o invierno.
- Estacas de madera semidura o semileñosas, se obtienen de especies leñosas, siempre verdes, estacas foliosas siendo parcialmente maduras; se toma en el verano, de ramas nuevas justo después de que habido un periodo de crecimiento final de verano o propicio de otoño.
- Estacas de madera tierna, son de crecimiento suave, nuevo, succulento, de primavera; muchos arbustos ornamentales leñosos se pueden iniciar con estacas de este tipo, las estacas se preparan percatándose que tengan brotes de 4 a 6 hojas de las cuales se deja únicamente 2 a 3 en la parte superior (Nogales, 2004).

Se deberá recolectar las estacas durante el periodo de reposo vegetativo del árbol, en la mitad o tercio basal de las ramas; las estacas recolectadas deben ser generalmente sanas, rectas y sin lesiones (FAO, 1999) mencionado por (Choque, 2006)

#### **2.13.4. Longitud de la estaca.**

Las estacas de madera dura pueden ser de una longitud muy variable, entre 10 a 75 cm y la misma debe tener cuando menos dos nudos. En cambio el diámetro de las estacas puede variar desde 0.6 hasta 2.5 cm y a veces hasta 5 cm dependiendo de la especie (Hartmann y Kester, 1997).

#### **2.14. Razones para emplear la propagación asexual**

La propagación asexual reproduce clones. Esa propagación implica la división auténtica de las células. En la cual, hay una duplicación íntegra del sistema cromosómico y del citoplasma asociadas a la célula progenitora, para formar dos células hijas. En consecuencia las plantas propagadas vegetativamente reproducen, por medio de la réplica del DNA, toda la información genética de la planta progenitora (Hartmann y Kester, 1997).

Los mismos autores sostienen que el proceso de reproducción asexual tiene importancia especial en horticultura porque la composición genética (genotipo) de la mayoría de los cultivares de los frutales y de las plantas ornamentales son más valiosa, es generalmente heterocigoto y las características que distinguen, a esos tipos se pierden de inmediato al propagarlos por semilla.

##### **2.14.1. Ventajas e importancia de la propagación vegetativa.**

Arias y Ocaña (1991) indican que, la propagación vegetativa es la Técnica de propagación más adecuada para la propagación de arbustos y árboles:

- El prendimiento es alto, si la técnica se aplica correctamente.
- El desarrollo de los plantones es rápido alcanzando en un año de 60 a 80cm.
- La recolección y traslado de las estacas, no implica grandes costos y es más fácil el manejo en la producción.

Los mismos autores mencionan que, la importancia de este método radica en que permite obtener ejemplares con tamaños adecuados para la plantación adecuada final en el menor tiempo posible, porque el crecimiento de las plantas es más acelerado. Las características genéticas de los nuevos individuos son idénticas a los del árbol padre, porque se transmiten de padre a estaca (Ibid, 1994 citado por Choque 2006).

Además, es un método rápido, que produce plantas con características de un vegetal adulto, las flores y los frutos se producen con gran rapidez, situación que no ocurre en muchas plantas arbóreas y arbustivas obtenidas de semilla.

Al multiplicar una especie, la planta que se obtiene es exactamente igual a la planta madre. Se puede propagar especies que producen semillas no viables (no aptas para germinar) o muy difíciles de producir (Trujillo, 1984).

Los tejidos de las plantas hijas son tejidos adulto, si queremos que una planta florezca y de frutos, esto puede suceder en un año, no teniendo que esperar varios años a que la planta procedente de semilla madura (Pérez, 2000).

#### **2.14.2. Condiciones que deben considerarse en la propagación vegetativa**

Vélez (1985), mencionado por Choque (2006), el éxito de una propagación por estacas u otros métodos depende de las condiciones inherentes de los mismos (tipo de planta) y las condiciones ambientales durante la formación de las raíces, es decir que la capacidad de propagación vegetativa depende de la especie vegetal utilizando, factores ambientales y labores culturales.

#### **2.14.3. Conservación de las estacas**

Debe evitarse la desecación de las estacas, si las mismas no se ponen en tierra inmediatamente después de su corte, deben almacenarse convenientemente; colocando en arena gruesa provista de humedad o en cambio en un recipiente con

agua, teniendo en cuenta que se mantenga con buena aireación, sin agua estancada ni con el drenaje exagerado (FAO, 1999. mencionado por Nogales, 2004).

#### **2.14.4. Época de recolección.**

Generalmente se da cuando los árboles de los que se van a sacar las estacas han terminado de fructificar es decir antes de la floración cuando las yemas se encuentran listas para emerger. Luego de la dormancia hay mayor proliferación de yemas esto facilita la propagación vegetativa. La recolección de las estacas se debe hacer de preferencia de los árboles jóvenes, debido a que enraízan más fácilmente (Ocaña, 1996).

#### **2.15. Bases hormonales para el enraizamiento.**

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.

##### **2.15.1. Reguladores del crecimiento vegetal.**

Went y Thimann (S/F), definieron a las hormonas del crecimiento como “sustancias que siendo producidas en una parte de un organismo son transferidas a otra y en esta influyen un proceso fisiológico específico”. En sentido estricto, las sustancias del crecimiento extraídas de los tejidos vegetales y las sustancias sintéticas con efectos reguladores no pueden ser llamadas hormonas (Bidwell, 1979). Por lo anterior, fue creado el término “regulador del crecimiento vegetal”, que define a los compuestos orgánicos distintos de los nutrientes, que en pequeñas cantidades estimulan, inhiben o modifican de algún modo cualquier proceso fisiológico en las plantas (Hurtado y Merino, 1994).

### 2.15.1.1. Auxinas

El nombre auxina (del griego auxien, crecer), en la actualidad se sabe que las auxinas están universalmente presentes en las plantas superiores. Desde que se descubrió que el ácido indol-3-acético (AIA) es una auxina, se ha encontrado a éste en muchas especies vegetales (Hurtado y Merino, 1994).

Azcon – Bieto y Talón (1993), indican que las auxinas se transportan dentro de las plantas por distintas rutas, en tallos de crecimientos el transporte de las auxinas es más rápido hacia la parte inferior del tallo que hacia la parte superior, este movimiento se denomina transporte polar de las auxinas.

Los mismos autores también mencionan que, los efectos fisiológicos son múltiples, el AIA interviene en la dominancia apical, en la promoción de la biosíntesis del etileno, en el enraizamiento de esquejes, en la extensión y elongación de las plántulas, en la promoción del crecimiento del cambium y en muchos otros procesos.

Rodríguez (1991), señala que, el crecimiento de las plantas está controlado e integrado por un gran número de hormonas diferentes sustancias mensajeras que regulan específicamente el crecimiento de raíz, hoja, embrión, fruto, tallo y otros órganos. La **auxina** interviene en el control de crecimiento del tallo y la raíz.

Bonner y Galton (1959), mencionan que, la **auxina** interviene en el crecimiento del tallo y la raíz en la inhibición de las yemas laterales, en la abscisión de las hojas y de los frutos en el crecimiento de estos, y en total en unos veinte actividades fisiológicas vegetales.

### 2.15.1.2. Citoquininas.

Azcon – Bieto y Talón (1993), mencionan que las citoquininas se sintetizan en los ápices de las raíces y se transportan a través de los brotes hacia las hojas. Los efectos fisiológicos se equilibran con la biosíntesis de auxinas que se produce en los

meristemos de los brotes. Esta interdependencia entre la citoquinina y la auxina en el control del desarrollo de las plantas, se muestra claramente en el callo no diferenciado cuando se cultiva en un medio que contiene ambos reguladores del crecimiento. En estos callos, las proporciones altas de citoquininas/auxinas inducen la formación de brotes mientras las concentraciones altas de auxinas/citoquininas inducen la formación de raíces.

El transporte es acropétalo y basipétalo, (Hurtado y Merino 1994) los efectos fisiológicos mas importantes de las citoquininas se presentan y participan en los procesos de diferenciación celular, senescencia de las hojas, floración.

### **2.15.1.3. Giberelinas.**

Hurtado y Merino (1991), mencionan que las giberelinas son hormonas que se sintetizan principalmente en el ápice (hojas jóvenes y yemas), el transporte es bidireccional (acropetado y basipetado).

El mecanismo de acción fisiológica de las giberelinas se ha centrado principalmente en el proceso de: División y elongación celular, promoviendo la síntesis de RNA y proteínas, (Azcon – Bieto y Talon, 1993)

Los mismos autores mencionan también que, las giberelinas tienen como función principal:

- a) Son compuestos orgánicos naturales de las plantas.
- b) Su aplicación exógena produce una amplia variedad de respuestas en el desarrollo. La inducción del crecimiento del tallo es, probablemente, el efecto fisiológico más espectacular de las giberelinas. Este efecto es muy relevante en las plantas en roseta y en variedades de plantas enanas.



## **2.16. Enraizadores naturales**

### **2.16.1. Extracto de Sauce (*Salix babilonica* L.)**

El sauce llorón, que alcanza los 12 m de altura, es una especie ornamental muy apreciada. Se caracteriza por sus ramas finas y colgantes y por sus hojas lanceoladas muy estrechas (Goitia, 1988).

El sauce llorón tiene propiedades inherentes, satisfactorias como enraizador, al obtener extracto mediante el machacado de sus hojas aproximadamente 1kg (hojas) con ½ litro de agua, con el tratamiento de un día de reposo. Información obtenida por conversación personal el Ing. Machicado, Supervisor Técnico encargado de producción de flores y forestales de EMAVERDE.

Rodríguez (2000), indica que el Sauce llorón es utilizado en silvoagroforestería, sirve como sombra y las hojas tiernas de alimento para el ganado bovino, se caracteriza por tener ramas largas péndulas de las cuales se confeccionan canastas, cestos, etc. Crece bien en lugares húmedos, anegadizos y en casos sumergidos en el agua, Esta cualidad le permite ser utilizada en los bordes de los corrientes de agua para proteger los terrenos.

### **2.16.2. Agua de coco (*Cocus nucífera*)**

Árbol hasta 25 m, con corteza fisurada y marrón, las flores fragancias, amarillas; coleccionado con flores de febrero, marzo y con frutos mayo a septiembre; en los bosques de llanura y montano 256 – 1200m, la madera se puede emplear en carpintería ebanistería, cajonería y zapatería (Killen – Garcia y Beck, 1993).

Es el líquido que se halla en el interior de la pulpa; cuanto más maduro esté el fruto mejor, es rico en nutrientes. Se considera una bebida isotónica natural, siendo muy apreciada en los países tropicales donde se lo toma extrayendo directamente del fruto (Copyright infoagro.com 2002, Citado por Condori, 2006).

El mismo autor señala que, el contenido nutricional de agua de coco es: Energía 20 Kcal, proteínas 0,1 g., carbohidratos 5,5 g., lípidos 0,05 g., sodio 25 mg, potasio 160 mg, Cloro 20 mg, calcio 5 mg, fósforo 0,4 mg y magnesio 0,45 mg.

Un paso importante en el desarrollo de las técnicas actuales para estimular la división celular de explantes fue la observación de que el Agua de Coco, a niveles relativamente bajos (5% - 10% v/v), podía interactuar con las auxinas y promover el crecimiento, en que por sí solas era ineficiente (Roca y Luís, 1991).

Los mismos autores indican que, el Agua de Coco es un medio muy complejo, con una amplia gama de componentes orgánicos e inorgánicos; tiene buena capacidad de amortiguación (buffer) y no es raro encontrar sales en ella. Aunque el Agua de Coco es muy rica en magnesio y fosfato, no todos los elementos minerales que contiene son indispensables y se pueden remplazar por un medio basal.

#### **2.16.2.1. Algunos componentes orgánicos del agua de coco (AC).**

Según Roca y Luís (1991), el agua de coco tiene los siguientes compuestos orgánicos.

<b>Aminoácidos</b>	<b>Vitaminas</b>	<b>Sustancias de crecimiento</b>
• Aspártico, glutámico	• Acido nicotínico	• Auxinas
• Serina, aminobutirico	• Acido pantoténico	• Giberelinas
• Asparagina, Glicina	• Biotina, Riboflavina	• 1,3-difenilures
• B-Alanina, Treonina	• Acido fólico	• Zeatina
• Histidina, Glutamina	• Tiamina	• Glucósido de zeatina
• Arginina, Lisina	• Piridoxina	• Ribósido de zeatina
• Valina, Metionina	• Acido ascórbico	
• Tirosina, Prolina		
• Homoserina		
• Fenilalanina		
• Hidroxiprolina		

### **Otros componentes nitrogenados**

- Amonio, Etanolamina
- Dihidroxifenilalanina
- Acidos orgánicos
- Shikimico, químico
- Pirrolidona-carboxílico
- ARN-Polimerasa
- Succinico, Málico
- Cítrico y desconocidos

### **Otros**

- Uracilo, Adenina
- Leucoantocianinas
- Fosfatasa ácida
- Diastasa
- Deshidrogenada
- Peroxidasa
- Catalasa

### **Azúcares**

- Sacarosa, Glucosa
- Fructuosa

### **Alcoholes de azúcar**

- Sorbitol
- m-Inositol
- Siloinositol

## **2.17. Medios de enraizamiento**

### **2.17.1. Sustratos utilizados**

#### **2.17.1.1. Suelo**

Hartmann y Kester (1997), señalan que el suelo está formado por materiales en estado sólido, líquido y gaseoso. Para un crecimiento satisfactorio de la planta, estos materiales deben estar presentes en las proporciones adecuadas.

Los mismos autores mencionan que, la parte sólida del suelo está compuesta tanto orgánicas como inorgánicas. Lo inorgánico está formado por los residuos de la descomposición de las rocas maternas, resultantes de los procesos físicos y químicos de intemperización.

La organización de las naciones unidas para la agricultura y alimentación (FAO, 1986), considera el suelo como el medio para el crecimiento de las plantas, además que ofrece soporte mecánico, abastece de agua y oxígeno y proporciona nutrientes.

### **2.17.1.2 Sustrato**

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta.

Goitia (2003), señala que un sustrato es la mezcla de distintos materiales utilizados en un vivero, entre los que encontramos: tierra vegetal, tierra negra, arenilla, lama, guano, compost y tierra del lugar; el sustrato utilizado para el llenado de bolsas debe contener un mayor número de nutrientes y una textura franco limosa a franco arcillosa. En este sustrato las plántulas crecen y se desarrollan hasta su establecimiento en plantación.

El mismo autor, también considera que la tierra negra, tiene una gran cantidad de materia orgánica descompuesta, pudiendo tener una textura franca a franco arcilloso y una reacción muy ácida (pH 4.0 – 5.0), todas las tierras negras manchan las manos o dedos cuando se manipula.

Goitia (2003), señala que, se encuentran en las zonas altas (más de 3000 msnm), y en zonas húmedas, donde por su mayor contenido de materia orgánica a veces se le llama turba. La función de este material es el de mantener una estructura estable en el sustrato, proporcionando al mismo tiempo los nutrientes que requiere la planta y además ayuda a mantener la humedad.

El mismo autor señala que, el guano, es la bosta de vaca, oveja, conejo u otro animal y debe ser utilizada bien descompuesta. Tiene características de reacción neutral a alcalina (pH 7.0 – 8.0), su función es el de proporcionar nutrientes a las plantas (debido a que es el material más rico en nutrientes) y mantener la humedad. Se recomienda utilizar en pequeños porcentajes debido a que es un abono muy fuerte y podría ocasionar daños a la planta (quemadura de raíces).

## **2.17.2. Propiedades de los sustratos de cultivo**

### **2.17.2.1. Propiedades físicas**

#### **Porosidad**

Es el volumen total del medio no ocupado por las partículas sólidas, y por tanto, lo estará por aire o agua en una cierta proporción. Su valor óptimo no debería ser inferior al 80-85%, aunque sustratos de menor porosidad pueden ser usados ventajosamente en determinadas condiciones.

#### **Densidad**

La densidad de un sustrato se puede referir bien a la del material sólido que lo compone y entonces se habla de densidad real, o bien a la densidad calculada considerando el espacio total ocupado por los componentes sólidos más el espacio poroso, y se denomina porosidad aparente.

La densidad real tiene un interés relativo. Su valor varía según la materia de que se trate y suele oscilar entre 2,5 a 3 para la mayoría de los de origen mineral. La densidad aparente indica indirectamente la porosidad del sustrato y su facilidad de transporte y manejo. Los valores de densidad aparente se prefieren bajos (0,7 - 0,1) y que garanticen una cierta consistencia de la estructura.

## Estructura

Puede ser granular como la de la mayoría de los sustratos minerales o bien fibrilares. La primera no tiene forma estable, acoplándose fácilmente a la forma del contenedor, mientras que la segunda dependerá de las características de las fibras. Si son fijadas por algún tipo de material de cementación, conservan formas rígidas y no se adaptan al recipiente pero tienen cierta facilidad de cambio de volumen y consistencia cuando pasan de secas a mojadas.

### 2.17.2.2. Propiedades químicas.

En la página de Internet se indica que, la reactividad química de un sustrato se define como la transferencia de materia entre el sustrato y solución de nutrientes y puede ser debida a reacciones de distinta naturaleza:

a) **Químicas.** Se deben a la disolución e hidrólisis de los propios sustratos y pueden provocar:

- Efectos fisiológicos por liberación de iones  $H^+$  y  $OH^-$  y ciertos iones metálicos como el  $Co^{+2}$
- Efectos carenciales debido a la hidrólisis alcalina de algunos sustratos que provoca un aumento del pH y la precipitación del fósforo y algunos microelementos.
- Efectos osmóticos provocados por un exceso de sales solubles y el consiguiente descenso en la absorción de agua por la planta.

b) **Físico-químicas.** Son reacciones de intercambio de iones. Se dan en sustratos con contenidos en materia orgánica o los de origen arcilloso (arcilla expandida) es decir, aquellos en los que hay cierta capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.). Estas reacciones provocan modificaciones en el pH y en la composición química de la solución nutritiva por lo que el control de la nutrición de la planta se dificulta.

c) **Bioquímicas.** Son reacciones que producen la biodegradación de los materiales que componen el sustrato. Se producen sobre todo en materiales de origen orgánico, destruyendo la estructura y variando sus propiedades físicas. Esta biodegradación libera CO<sub>2</sub> y otros elementos minerales por destrucción de la materia orgánica.

Normalmente se prefieren sustratos inertes frente a los químicamente activos. La actividad química aporta a la solución nutritiva elementos adicionales por procesos de hidrólisis o solubilidad. Si estos son tóxicos, el sustrato no sirve y hay que descartarlo, pero aunque sean elementos nutritivos útiles entorpecen el equilibrio de la solución al superponer su incorporación un aporte extra con el que habrá que contar, y dicho aporte no tiene garantía de continuidad cuantitativa (temperatura, agotamiento, etc.). Los procesos químicos también perjudican la estructura del sustrato, cambiando sus propiedades físicas de partida.

### **2.17.2.3. Propiedades biológicas**

Los 5 párrafos siguientes corresponden a información recabada de internet (1). Cualquier propiedad biológica en los sustratos es claramente perjudicial. Los microorganismos compiten con la raíz por oxígeno y nutrientes. También pueden degradar el sustrato y empeorar sus características físicas de partida. Generalmente disminuye su capacidad de aireación, pudiéndose producir asfixia radicular. La actividad biológica está restringida a los sustratos orgánicos y se eliminan aquellos cuyo proceso degradativo sea demasiado rápido.

El mismo autor menciona que, si las propiedades biológicas de un sustrato se pueden concretar en:

### **a) Velocidad de descomposición.**

La velocidad de descomposición es función de la población microbiana y de condiciones ambientales en los que se encuentra el sustrato. Esta puede provocar deficiencias de oxígeno y de nitrógeno, liberación de sustancias fitotóxicas y contracción del sustrato.

### **b) Efectos de los productos de descomposición.**

Muchos de los efectos biológicos de los sustratos orgánicos se atribuyen a los ácidos húmicos y fúlvico, que son los productos finales de la degradación biológica de la lignina y la hemicelulosa. Una gran variedad de funciones vegetales se ven afectadas por su acción.

### **c) Actividad reguladora del crecimiento.**

Es conocida la existencia de actividad auxínica en los extractos de muchos materiales orgánicos utilizados en los medios de cultivo.

## **2.18. Características del sustrato ideal.**

El mejor medio de cultivo depende de numerosos factores como son el tipo de material vegetal con el que se trabaja (semillas, plantas, estacas, etc.), especie vegetal, condiciones climáticas, sistemas y programas de riego y fertilización, aspectos económicos, etc. Para obtener buenos resultados durante la germinación, enraizamiento y el crecimiento de las plantas, se requieren las siguientes características del medio de cultivo:



### **2.18.1. Propiedades físicas:**

- \* Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible.
- \* Suficiente suministro de aire.
- \* Distribución del tamaño de las partículas que mantenga las condiciones anteriores.
- \* Baja densidad aparente.
- \* Elevada porosidad.
- \* Estructura estable, que impide la contracción ( o hinchazón del medio)

### **2.18.2. Propiedades químicas:**

- \* Baja o inapreciable capacidad de intercambio catiónico, dependiendo de que fertirrigación se aplique permanentemente o de modo intermitente, respectivamente.
- \* Suficiente nivel de nutrientes asimilables.
- \* Baja salinidad.
- \* Elevada capacidad tampón y capacidad para mantener constante el
- \* Mínima capacidad de descomposición.

### **2.18.3. Otras propiedades:**

- \* Libre de semillas de malas hierbas, nemátodos y otros patógenos y sustancias fitotóxicas.
- \* Reproductividad y disponibilidad.
- \* Bajo costo.
- \* Fácil de mezclar.
- \* Fácil de desinfectar y estabilidad frente a la desinfección.
- \* Resistencia a cambios externos físicos, químicos y ambientales.

## **2.19. Tipos de sustratos.**

La página de Internet menciona que, existen diferentes criterios de clasificación de los sustratos, basados en el origen de los materiales, su naturaleza, sus propiedades, su capacidad de degradación, etc.

### **2.19.1. Según sus propiedades pueden ser:**

- **Sustratos químicamente inertes.** Arena granítica o silíceo, grava, roca volcánica, perlita, arcilla expandida, lana de roca, etc.
- **Sustratos químicamente activos.** Turbas rubias y negras, corteza de pino, vesiculita, material lignocelulósico, etc.

La diferencia entre ambos vienen determinadas por la capacidad de intercambio catiónico o la capacidad de almacenamiento de nutrientes por parte del sustrato

## **2.20. Labores durante el enraizamiento.**

Las labores principales para la conservación son la eliminación de las malezas en forma manual o mecánica, para asegurar el crecimiento de las plantas jóvenes; mantener la humedad del suelo mediante un riego permanente para asegurar el enraizamiento de las estacas y realizar el control de los insectos y enfermedades que disminuyan la calidad de la planta (FAO, 1999 mencionada por Choque 2006).

## **2.21. Factores de la rizogénesis.**

Sostiene que la rizogénesis (enraizamiento) es la capacidad que tiene la porción separada de una planta para emitir sus raíces, dependiendo principalmente de tres grupos de factores:

- **Genético:** La mejora genética y la selección tienden a localizar e individualizar (clonar) aquellos individuos que muestran una mayor facilidad de enraizamiento.

- **Ambientales:** Entre los factores ambientales pueden considerarse: La temperatura, humedad, la presencia de oxígeno (en el proceso existe una alta tasa de respiración celular).
- **Equilibrio Químico Interno (Nutrientes y hormonas):** Entre los factores químicos están incluidos los aspectos técnicos nutricionales y aspectos hormonales que, a su vez, son influenciados por la posición de las ramas que se utiliza para estaca, por la posición que ocupa en la planta madre y época en que se hace el plantado (Felipe, 1986 mencionado por Choque,2006).

#### **2.21.1. Fases de la rizogénesis.**

Es el proceso de desarrollo de las raíces adventicias, en las estacas de tallo puede dividirse en tres partes:

- Iniciación de grupos de células meristemáticas en el periciclo (las iniciales de la raíz).
- Diferenciación de esos grupos de células en primordios de raíz reconocibles.
- Desarrollo y emergencia de las nuevas raíces, incluyendo la ruptura de otros tejidos del tallo y la formación de conexiones (Hartman y Kester, 1997).

#### **2.21.2. Formación y desarrollo de las raíces.**

En plantas perennes leñosas, en las que se encuentran una o más capas de xilema y floema secundarios, las raíces adventicias de las estacas de tallo por lo general se origina en el tejido de floema joven secundario, aunque esas raíces también pueden originarse de otros tejidos como los radios vasculares, el cambium o la médula, en general el origen y desarrollo de las raíces adventicias se efectúa cerca del cilindro central del tejido vascular; al salir el tallo las raíces ya han desarrollado una cofia y los tejidos en la raíz, así como una conexión vascular completa con el tallo en que se originan (Hartmann y Kester 1997).

### 3. LOCALIZACIÓN

#### 3.1. Ubicación geográfica

El presente estudio se realizó en el vivero de la Empresa Municipal de Áreas Verdes (EMAVERDE), situado en la zona de Sopocachi de la ciudad de La Paz. La empresa trabaja fundamentalmente en la producción de plantas ornamentales y forestales, para el mantenimiento de áreas verdes recreaciones y plantaciones con árboles forestales, arbustos y plantines de la ciudad de La Paz.



**Figura 1. Mapa de ubicación del vivero de Sopocachi de la Empresa EMAVERDE**

#### 3.2. Características generales del área de estudio

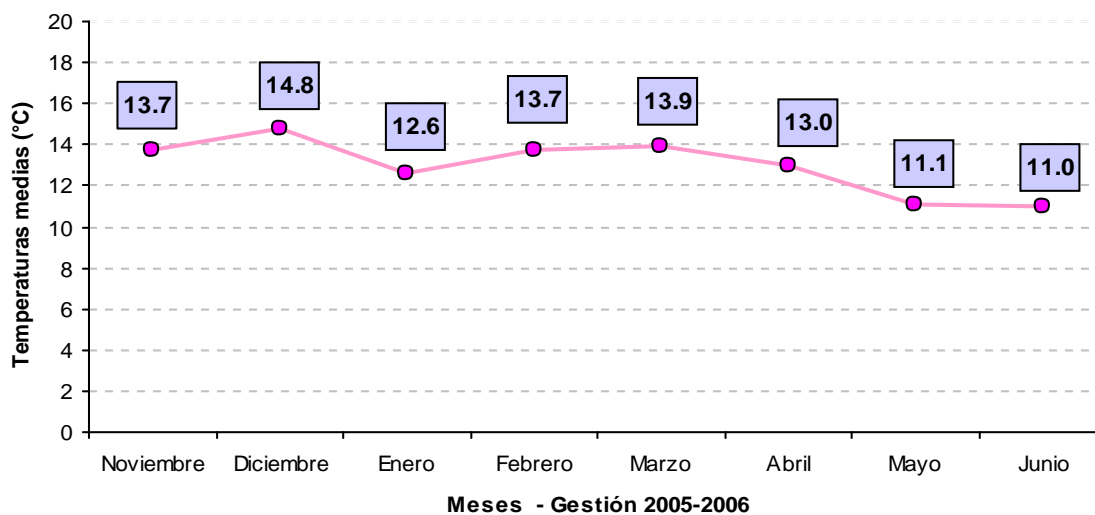
El vivero se encuentra en bajo Sopocachi a unas cuadras abajo de la Cancha de fútbol Fígaro, geográficamente se sitúa a una altitud de 3505 msnm, 16° 29'56"

Latitud Sur y 68° 07'23" Longitud Oeste. El vivero cuenta con áreas para la multiplicación de plantas ornamentales con semisombra, platabandas donde se realiza la multiplicación de flores a partir de semillas y otras destinadas a la multiplicación de árboles y arbustos que se propagan a partir de estacas o esquejes. Cabe mencionar que en el vivero se producen plantines de Acacias, Álamo, Ciprés, Eucalipto, Pino, Retamas, otros. Posteriormente todas las plantas multiplicadas son utilizadas en la decoración de plazas y parques y en la reforestación de la ciudad de La Paz (Elaboración propia, datos geográficos tomados con GPS).

### 3.3. Características ecológicas.

#### 3.3.1. Condiciones climáticas

Debido a su ubicación dentro de una hoyada, el clima local de la ciudad de La Paz sufre notables cambios en el clima, inclusive en un mismo día. La temperatura promedio es de 11,3°C .con una máxima de 24°C y una mínima por debajo de 0°C. La ciudad se encuentra en una zona de clima tropical de alta montaña y presenta una estación árida y prolongada y una estación húmeda corta. (Garcia 1987 citado por Valenzuela, 1993).



**Figura 2. Temperaturas promedio registradas en un periodo de ocho meses, 2005-2006, datos obtenidos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.**

El mismo autor indica que, presenta la época árida desde mediados de abril hasta fines de agosto, los meses con agua disponible son diciembre hasta marzo. En general presenta una duración de soleamiento promedio anual 200 días, y un promedio mensual 240 horas, durante el periodo más frío las T°12 a 19°C con un máximo absoluto en noviembre y una ligera disminución en verano debido a la nubosidad, las temperaturas mínimas desde mayo hasta agosto siendo las más intensas junio y julio llegando por debajo de 0°C que provocan heladas.

La precipitación media anual en La Paz es variable con un mínimo de 542.2 mm y máximo de 828 mm. La cubierta vegetal natural o semi natural se encuentra degradada por acción de la actividad humana cada vez más intensa. Crece en forma poco densa y se distribuye en pequeñas manchas. El sustrato arboreo corresponde a especies cultivadas como ornamentales en parques, jardines y calles con fines de protección de laderas. (Garcia, 1991. Mencionado por Valenzuela, 1993).

### **3.4. Flora de la ciudad de La Paz**

En la ciudad de La Paz existe una flora muy alterada. Por un lado las plantas que corresponden a la flora llamada oriental, cultivadas en parques, jardines y casas y por otro las plantas espontáneas que crecen en todas partes y son influenciados por las condiciones especiales de un ambiente urbano (Beck 1991; Garcia 1991, citado por Valenzuela 1993).

Los mismos autores mencionan que la cubierta vegetal natural o seminatural se encuentra degradada por acción de la actividad humana cada vez más intensa. Crece en forma poco densa y se distribuye en pequeñas manchas. El sustrato arboreo en la ciudad corresponde a especies cultivadas como ornamentales en parques, jardines y calles con fines de protección de laderas.

Las características biogeográficas de estas zonas, determinan la formación de ambientes ecológicos distintos cuyas condiciones son observadas en los restos de la vegetación nativa los efectos recíprocos entre los factores ambientales y el hombre, determinan la formación de ecosistemas actuales complejos de estructura muy particular.(Garcia, 1987; Valenzuela, 1993).

En la ciudad, las plantas corresponden a las siguientes categorías: las que son plantadas y viven todo el año sin protección; las que permanecen sólo durante la estación favorable; las que se encuentran en casas y lugares protegidos y las que aparecen de manera espontánea en los bordes de calles, terrenos baldíos, alrededores de viviendas, etc. (Garcia, 1987; Forno y Baudoin, 1991).

La cubierta vegetal natural o seminatural, se encuentra degradada por acción de la actividad humana cada vez más intensa. Crece en forma poco densa y se distribuye en pequeñas manchas. Los estratos predominantes, en el caso de las plantas espontáneas, son el herbáceo y el arbustivo. (Garcia, 1987; Forno y Baudoin, 1991).

Los mismos autores mencionan también que, el estrato arbóreo corresponde a especies cultivadas como ornamentales en parques, jardines y calles o con fines de protección de laderas. Sólo tres especies arbóreas se dan sin cultivo: el “Molle” (*Schinus molle*), la “Keñua” (*Polylepis racemosa*), la “Kishuara” o “Kolli” (*Buddleja coriácea*).

Una especie arbórea que se uso en el presente estudio, es el “Sauce llorón” (*Salix babilónica*). En el Colegio Domingo Savio (Calacoto) existen dos árboles nativos, que llaman la atención por sus colores: el “ceibo” (*Erythrina falcata*), con flores de color rojo intenso, y el “Tarco” (*Jacaranda mimosifolia*), con flores azul – voletas. (Garcia, 1987; Forno y Baudoin, 1991)

Mencionan también que en el Museo de Historia Natural existen dos ejemplares cultivados de dos especies nativas: *Polylepis racemosa*, cuya corteza de color cobre

se desprende en láminas delgadas y *Buddleja coriacea* con flores de color anaranjado intenso y follaje verde oscuro y blanco.

Los arbustos y hierbas en la ciudad son numerosos. Existen más de 250 especies entre ornamentales y silvestres. Los arbustos ornamentales más frecuentes son: el “Ligustru” (*Ligustrum ovalifolium*) (Oleac.) de color verde y amarillo, las “Margaritas” (*Chrysanthemum frutescens*) (Comp.) de varios colores: blancas, amarillas, rosadas, violetas y anaranjadas. Las “Rosas” (*Rosa spp.*) (Ros.), con todas sus especies y variedades de color entero y matizado (Garcia, 1987; Forno y Baudoin, 1991).

Entre los arbustos ornamentales también tenemos a los “Geranios” (*Pelargonium peltatum*) (Geran.) las “Fucsias” (*Fuchsia*) (Onag.) arbusto pequeño y grande. La “Retama” (*Spartium junceum*) (Leg. Pap.), se cultiva con doble fin: ornamental y para protección de suelos que, además, es aprovechada como planta medicinal (las flores poseen un principio cardiotónico. El arbusto nativo, la “Kantuta” (*Cantua buxifolia*) (Polem.), se encuentra con poca densidad en parques, jardines y paseos particulares. Existen plantas trepadoras como la “Hiedra” (*Hedera hélix*) (Aral.), la “Buganvilla” (*Bougainvillea spectabilis*) (Nyct.) originaria del pacífico. (Garcia 1987; Forno y Baudoin 1991).

A si mismo señalan que, existen también forma dispersa, algunas cactáceas nativas e introducidas, silvestres y cultivadas. Las “Tunas” (*Opuntia Picus-indica*), originaria de México; *Corryocactus melanotrichus*, con flores de color rosado fuerte, frecuente en los terrenos pedregosos de los barrios del sud; *Borzicactus fossulatus* con largos pelos blancos y *Trichocereus bridgesii*, cacto columnar con flores blancas. El “Agave“, *Agave americano*, adaptada a los lugares áridos, esta planta florece una sola vez y después muere. Su inflorescencia se encuentra en el extremo de un largo vástago (más o menos 2,5 m), con flores de color amarillo que atraen a aves pequeñas e insectos por la gran cantidad de néctar que poseen.



En las laderas de relieve abrupto existen restos de la vegetación original, representada por *Puya meziana*, *P. ferruginea* (Brom.) que son rosetas con hojas rígidas y ganchos en los bordes, y gramíneas de los géneros *Bothriochloa*, *Stipa* y *Pennisetum*.

Entre las hierbas ornamentales se encuentran los “Claveles” (*Dianthus* spp.) (Caryo.); las “Siempre vivas” (*Helychrysum* sp.) (Comp.). Las “Rosas verdes” (*Crassula sedum*). Las especies espontáneas o “silvestres” crecen en diferentes microambientes que aparecen en las calles, alrededor de las casas, en los jardines, terrenos baldíos.

En las partes empedradas y adoquinadas es frecuente encontrar dos especies rastreras: *Guilleminea densa* y *Alternanthera pungens*, (Amaranth) a veces asociada a musgos. También pueden crecer “Hanukara” (*Lepidum bipinnatifidum*) (Cruc.); “Chiji” (*Poa annua*), y “Kikuyo” (*Pennisetum clandestinum*) (Gram.). En otros lugares de pisoteo crecen también “Oreja de ratón” (*Dichondra microcalyx*) (Conv.).

En los bordes de los caminos y caminos existen además otras especies, se instalan y mantienen de acuerdo con la cantidad de agua disponible, aunque también reciben influencia del suelo y de la luz que les llega. Estas agrupaciones están formadas ya sea por arbustos, por hierbas o por ambos. Los arbustos más comunes pertenecen a tres géneros: *Baccharis* (*B. latifolia* y *B. rubricaulis*), *Senecio clivicolus* var. *pampae* y *vigueira* (*V. Procumbens* y *V. australis*, esta última en seguencoma), todas ellas son de la familia compositae. (García, 1987; Forno y Baudoin 1991).

Señalan que es frecuente “Cachiyuyo” (*Chenopodium murale*), en centro y sud de la ciudad, y *Atriplex simibaccata* (Chenop.), “Kentara” en suelos secos, más o menos alcalinos. En los lugares húmedos y sombreados aparecen hierbas como *Galinsoga parvifolia*, *Cotula australis* (Comp.), “Mostacilla” (*Sisymbrium irio*) (Cruc.); “Leche leche” (*Euphorbia peplus*) (Euphorb.); *Oxalis corniculata* (Oxal.), frecuentemente confundido por un trébol, de él se distingue por sus folíolos más escotados o angulosos y por sus flores amarillas.

Los mismos autores mencionan que, se encuentran pastos como *Poa anua*, *Pennisetum clandestinum*, *Bromus catharticus*, *Nassella pubiflora*. En los suelos pedregosos son frecuentes “Sunila” (*Bidens andicola*), con cabezuela amarilla y frutos que poseen dos ganchos que se adhieren a la piel o a la ropa; *Brassica rapa*, con flores amarillas y frutos alargados, y *Rapistrum rugosum*, con flores de cuatro pétalos y frutos esféricos.

Mencionan también que en los terrenos baldíos y lugares como los basurales crece una variedad de especies. Es posible encontrar especies “escapadas” de otros sitios, por ejemplo jardines y campos de cultivo. Son frecuentes *Baccharis latifolia*, *Senecio Clivicolus* Var. *Pampae*, *Vigueira procumbens* (Comp.) y plantas anuales como las “Malvas” (*Malva parviflora*, *M. neglecta* y *Urocarpidium shepardea*) (Malv.); los “Kanapaco” (*Sonchus asper*, y *S. oleraceus*), y el “Diente de león” (*Taraxacum officinale*) (Comp.). En los terrenos baldíos de Miraflores, Obrajes y Cota cota es común encontrar “Andrés huaylla” (*Cestrum parqui*) y “Karalahua” (*Nicotiana glauca*) (Solan.).

También crece el “Mutu mutu” (*Senna aymara*) (Leg. Caes.), de flores amarillas y hojas compuestas con varios pares de foliolos y vainas aplanadas. Las gramíneas comunes son: *Stipa mucronata* con espiguillas grandes, de color guindo y aristas largas, y *Eragrostis lugens de hojas suaves*. (Garcia, 1987; Forno y Baudoin 1991).

Se encuentran también arbustos como la “Tancara” (*Dunalia brachyacantha*) (Solan.), con ramas que parecen largas espinas y flores tubulares de color morado; *Pluchea fastigiata* (Comp.) con hojas aterciopeladas de color verde opaco y cabezuelas de las cuales sobre salen los estigmas de color lila; “Amor seco” (*Xanthium espinosum*) (Comp.) y *Lycianthes lyciodes* (Solan.).

Mencionan que, en los lugares húmedos crece un pasto grande, la “Sehuenka” o “Cortadera” (*Cortaderia rudiusscula* y *C. jubata*) (Gram.), que son especies propias de la ribera de los rios y que son utilizadas para protección de los suelos inestables. En

estos lugares también crece el “Kento” (*Rumes cucuneifolius*) (Poligon.); “Lengua de vaca” (*Rumex obtusifolius*), con hojas gruesas y jugosas parecidas a la de la acelga. También se encuentra la “Cicutu” (*Conium maculatum*) (Umb.), la “Altamisa”, (*Ambrosia artemisioides*) (Comp.) y otros muchos más.

### **3.5. Suelo.**

Forno y Baudoin (1991), mencionan que la formación de La Paz se ha depositado en un lago de gran extensión y probable mente de poca profundidad, las arcillas de tipo lacustre alternan con capas de grava y arenas, que atestiguan la existencia de corrientes que trajeron material más grueso, seguramente proveniente de la erosión de la cordillera o de otras zonas emergidas. Ese material corresponde a gravas con clastos predominantes de granito. El espesor observable alcanza a 500 m y puede llegar hasta 700 m. Su color en general es gris azul claro.

Los mismos autores mencionan también que, en la parte alta de esta formación existe un horizonte conocido con el nombre de Cinerita Chijini, que tiene un espesor promedio de 2-4 m, que es una ceniza volcánica consolidada de color blanco o rosado, cuya deposición fue relativamente rápida en el mismo ambiente lacustre.

La parte de la formación La Paz donde las arcillas, limos y arenas predominan, presenta una intensa erosión con frecuente desarrollo de cárcavas y cañadones limitados por paredes sub-verticales, que dan lugar a la formación de un paisaje de tipo tierras malas (Badlands).

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. Materiales

#### 4.1.1 Material Vegetal

Estuvo conformado por 1200 estacas de Kantuta (*Cantua bicolor* Lem.) de 25 cm de largo y diámetro aproximado entre 0,5 a 1 cm. Las estacas se obtuvieron de arbustos establecidos en parques y plazas de la ciudad de La Paz.

#### 4.1.2. Sustratos

Para disponer de sustratos adecuados se prepararon mezclas con turba, estiércol de ovino, arenilla y tierra del lugar, en diferentes proporciones que se constituyeron en un factor de estudio. Las cantidades utilizadas se detallan en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Cantidad utilizada por cada componente del sustrato**

Sustratos	Carretillas
Turba	10
Estiércol de ovino	3
Arenilla	7
Tierra del lugar	7

#### 4.1.3. Enraizadores naturales

Se utilizaron dos tipos de enraizadores naturales: Agua de Coco, y extracto de sauce.

#### 4.1.4. Material de campo

Para el manejo en campo se utilizaron las siguientes herramientas y equipos:

- Picota
- Pala punta de huevo
- Chontillo
- Tijera de podar

- |                      |                                    |
|----------------------|------------------------------------|
| - Carretilla         | - Bolsas de polietileno 20 x 15 cm |
| - Altímetro          | - Flexómetro                       |
| - Regla de 30 cm     | - Cámara fotográfica               |
| - Rollos de película | - Libreta de campo                 |
| - Regadera           | - Lápices                          |
| - Identificadores    | - Letreros                         |

#### **4.1.5. Material de gabinete**

Para el trabajo de gabinete se utilizaron los siguientes equipos y materiales:

- Computadora
- Calculadora
- Material de escritorio
- Paquetes estadísticos

## **4.2. Metodología**

### **4.2.1. Preparación del sustrato**

En primera instancia se procedió con la preparación del sustrato 30 días antes de la recolección de estacas. Los cuatro componentes del sustrato: estiércol de ovino, turba, arenilla y tierra fueron proporcionados por la Empresa EMAVERDE. Estos materiales fueron traídos desde comunidades del altiplano y valles de La Paz.

Se prepararon 4 tipos de sustratos utilizando diferentes proporciones de cada elemento disponible. Como se observa en el Cuadro 2, el Sustrato S0 estuvo compuesto en su totalidad (100%) por tierra del lugar, mientras que, el sustrato S1 estuvo conformado por 35% de Turba, 10% de estiércol de ovino, 35% de arenilla y 20 % de tierra del lugar. Proporciones diferentes se utilizaron en la preparación del sustrato S2 que se conformó con 35% de turba, 15% de estiércol de ovino, 15% de arenilla y 35% de tierra del lugar. Finalmente el sustrato S3 estuvo conformado por 40% de turba, 10% de estiércol de ovino, 25% de arenilla y 25% de tierra del lugar.

**Cuadro 2. Proporciones de cuatro tipos de sustratos**

N°	Sustrato	Proporción (%)			
		Turba (Tierra vegetal)	Estiércol de ovino	Arenilla	Tierra del lugar
1	S1	35	10	35	20
2	S2	35	15	15	35
3	S3	40	10	25	25
4	S4	-	-	-	100

Luego de preparar las diferentes proporciones para cada sustrato se procedió con la mezcla manual utilizando palas hasta obtener una mezcla homogénea. Para eliminar piedras y pedazos de turba grandes se realizó el tamizado de las mezclas utilizando zarandas.

La desinfección de los sustratos preparados se realizó utilizando agua hervida. Para esta parte del trabajo se hizo hervir agua común a leña. Se utilizó aproximadamente 25 litros de agua hervida para desinfectar un metro cuadrado de sustrato. Una vez hervida el agua se procedió a echar al sustrato, inmediatamente después se hecho agua fría para provocar estrés y posible muerte de los microorganismos existentes en el sustrato.

Una vez realizadas las mezclas y las desinfecciones correspondientes se procedió al embolsado, para ello se llenó las bolsas de polietileno con cada sustrato preparado con la ayuda de palas de mano. Previamente se hicieron orificios en la base de las bolsas para que sirvan de drenaje y no se tengan problemas por encharcamiento.

Las bolsas llenas con los diferentes sustratos se llevaron a las platabandas donde se las ubicó de acuerdo al croquis previamente elaborado que coincidió con el diseño experimental seleccionado para este estudio.

#### **4.2.2. Preparación de enraizadores naturales.**

##### **Agua de coco**

Un día antes de la recolección de estacas se realizó la compra de 30 cocos procedentes de la provincia Nor Yungas de La Paz. Posteriormente se procedió con la apertura de los cocos teniendo el cuidado de no derramar el agua que contienen. El agua que se obtuvo de cada coco se mezcló en un recipiente, luego se añadió 4 litros agua para aumentar su volumen.

##### **Extracto de sauce**

Para la obtención de este enraizador, se procedió con la recolección de hojas tiernas apicales de árboles de sauce situados en la Plaza Bolivia de la ciudad de La Paz. Posteriormente se realizó la molienda de 1 kilogramo de hojas recolectadas para obtener el extracto (jugo) que se mezcló con 5 litros de agua.

#### **4.2.3. Recolección de estacas.**

Las estacas se obtuvieron de plantas de Cantuta ubicadas en la Plaza Bolivia de la ciudad de La Paz. En el mes de diciembre, se identificaron y seleccionaron ramas sin flores, con varios nudos y de 0,5 a 1 cm de diámetro. De las ramas seleccionadas se cortaron estacas de aproximadamente 25 centímetros de longitud hasta completar la cantidad necesaria de estacas (1200 unidades) para realizar este estudio. La recolección se realizó por la mañana para evitar el déficit hídrico. La Cantuta es una especie no caducifolia, por esta razón se puede recolectar estacas en cualquier estación, pero es preferible recolectar en época de lluvia porque es exigente en agua.



**Foto 1. Recolección de estacas de Cantuta**

Posteriormente, las estacas se trasladaron al vivero de Sopocachi que pertenece a EMAVERDE dependiente de la Honorable Alcaldía Municipal de La Paz. De acuerdo a las recomendaciones técnicas para la propagación vegetativa de especies arbustivas, inmediatamente después de la obtención de las estacas se procedió con la inmersión de las mismas en los enraizadores naturales a una profundidad de 10 cm aproximadamente, por 8 horas en Agua de Coco y 24 horas en Extracto de Sauce.



**Foto 2. Muestra de estacas de Cantutas con corte visel.**





**Foto 3. Muestra del Vivero donde se realizó el estudio.**

#### **4.2.4. Transplante**

El 20 de diciembre de 2005 se realizó el transplante de las estacas. Inicialmente se procedió a regar los sustratos para que tengan humedad adecuada en el momento del transplante.



**Foto 4. Transplante de estacas de Cantuta**

Posteriormente, se realizaron orificios en el centro en el centro de cada bolsa con sustrato, en este orificio se depositó una estaca por bolsa a una profundidad de 10 cm aproximadamente hasta completar todas las bolsas.



**Foto 5. Platabanda de propagación vegetativa de la Cantuta.**

Las bolsas transplantadas se ubicaron en una platabanda de 12,5 m de largo y 2 m de ancho. Esta superficie se dividió en 9 bloques, cada bloque con 8 repeticiones y cada repetición con 20 unidades experimentales. El trabajo de investigación se realizó en 4 meses periodo en el cual se midieron las variables: Longitud de raíz, Número de brotes, Diámetro de esqueje, Porcentaje de prendimiento y Número de hojas.

#### **4.2.5. Labores culturales.**

##### **Riego**

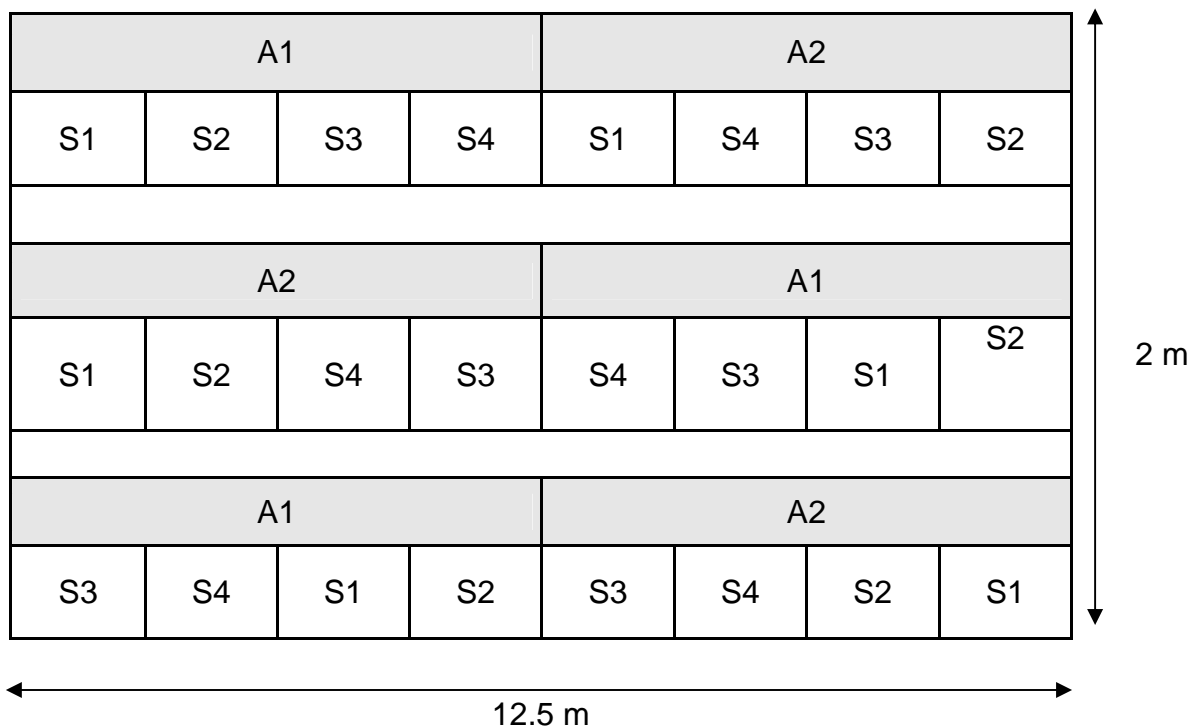
En este tipo de propagación es importante mantener humedad adecuada en el sustrato como en el medio ambiente, por ello se aplicó riego a capacidad de campo, día por medio, durante todo el periodo de estudio (4 meses), teniendo el cuidado de

no encharcar, para evitar la aparición de enfermedades fungosas causadas por la excesiva humedad del suelo.

### Deshierbe

Por las buenas condiciones del sustrato, la proliferación de malezas fue abundante motivo por el cual se realizó la labor de deshierbe cada dos semanas, para evitar la competencia por nutrientes, luz y agua.

### 4.3. Croquis del Experimento



### 4.4. Variables de Respuesta

#### 4.4.1. Porcentaje de prendimiento

Se realizó el conteo de estacas con brotes y hojas en desarrollo a los 30 días después del transplante. Se calculó el porcentaje de plantas prendidas de cada unidad experimental y de cada tratamiento.

#### **4.4.2. Número de brotes**

Se cuantificó el número de brotes por estaca a los 30 días después del trasplante. Se observó el desarrollo de tejido meristemático en los nudos de cada estaca, los brotes se reconocieron por su color verde claro.

#### **4.4.3. Número de hojas**

Esta variable se registró en dos oportunidades, la primera a los dos meses del experimento y la segunda a la conclusión del trabajo. En ambos casos se contó el número de hojas por brote en cada una de las estacas prendidas.

#### **4.4.4. Diámetro de esqueje**

Esta variable se registró en milímetros a los 120 días después del trasplante. Se midió el diámetro en el tercio medio de la estaca utilizando un vernier.

#### **4.4.5. Longitud de raíz**

Para registrar esta variable se muestrearon 5 plantas por tratamiento al finalizar el estudio una vez que las se observó el desarrollo de brotes y hojas. Se registró la longitud máxima de la raíz en centímetros, desde el cuello hasta el extremo máximo de la raíz.

### **4.5. Diseño Experimental**

El diseño experimental que se utilizó fue Bloques Completos al Azar con arreglo de parcelas divididas. Se utilizó este diseño experimental debido a la falta de uniformidad de los esquejes. Se tuvieron dos factores de estudio, el Factor A que representa a los enraizadores y el Factor B que representa a los substratos.

Factor A = Enraizadores:      a1 = Enraizador 1

b2 = Enraizador 2

Factor B = Substratos S0; S1; S2; S3

## 4.6. Análisis estadístico

### 4.6.1. Modelo lineal aditivo

Según Steel y Torrie (1996), el modelo aditivo lineal para este diseño experimental es:

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

Donde:

- Y<sub>ijk</sub> = Observación cualquiera
- $\mu$  = Efecto real de la media general
- $\alpha_i$  = Efecto del nivel i-ésimo de enraizadores
- $\beta_j$  = Efecto del nivel j-ésimo del sustrato
- $(\alpha\beta)_{ij}$  = Efecto de la interacción del nivel i-ésimo del factor enraizador con el nivel j-ésimo del factor sustrato.
- K = Efecto del bloque K-ésimo
- $\epsilon_{ijk}$  = Error experimental

El modelo de análisis es similar al usual planteado:

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

Donde:

- y<sub>ijk</sub> = Valor observado de la proporción en el i-ésimo nivel de enraizador del j-ésimo sustrato perteneciente al k-ésimo bloque
- $\mu$  = Media de la población
- $K$  = Efecto del k-ésimo bloque
- $\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo enraizador
- $\alpha_k$  = Error de parcela principal
- $\beta_j$  = Efecto de j-ésimo sustrato
- $(\alpha\beta)_{ij}$  = Efecto de la interacción del i-ésimo enraizador con el j-ésimo sustrato

$\mu_{ijk}$  = Efecto de los residuales distribuidos binomialmente o error experimental

Aunque en el análisis de varianza no se muestra el error experimental pues al análisis se basa en el estadístico:

$$t^2 = \sum \frac{(o - e)^2}{e}$$

Que tiene frecuencias esperadas y observadas por lo que el análisis no da el error experimental. En los resultados se puede proceder de la siguiente manera; solo interpretar profundamente los efectos que por lo menos sean significativos ( $P < 0.05$ ). Los efectos no significativos se pueden interpretar directamente sin necesidad de graficar los promedios (aunque en el Excel grafique todos los efectos principales).

#### **4.6.2. Métodos estadísticos para el análisis de datos**

Con el propósito de determinar resultados significativos y no significativos de este trabajo se realizaron análisis de varianza a las variables estudiadas. Para ello, se utilizó el programa estadístico S.A.S que permite aplicar el ANVA al diseño estadístico Bloques Completamente al Azar con Parcelas Divididas.

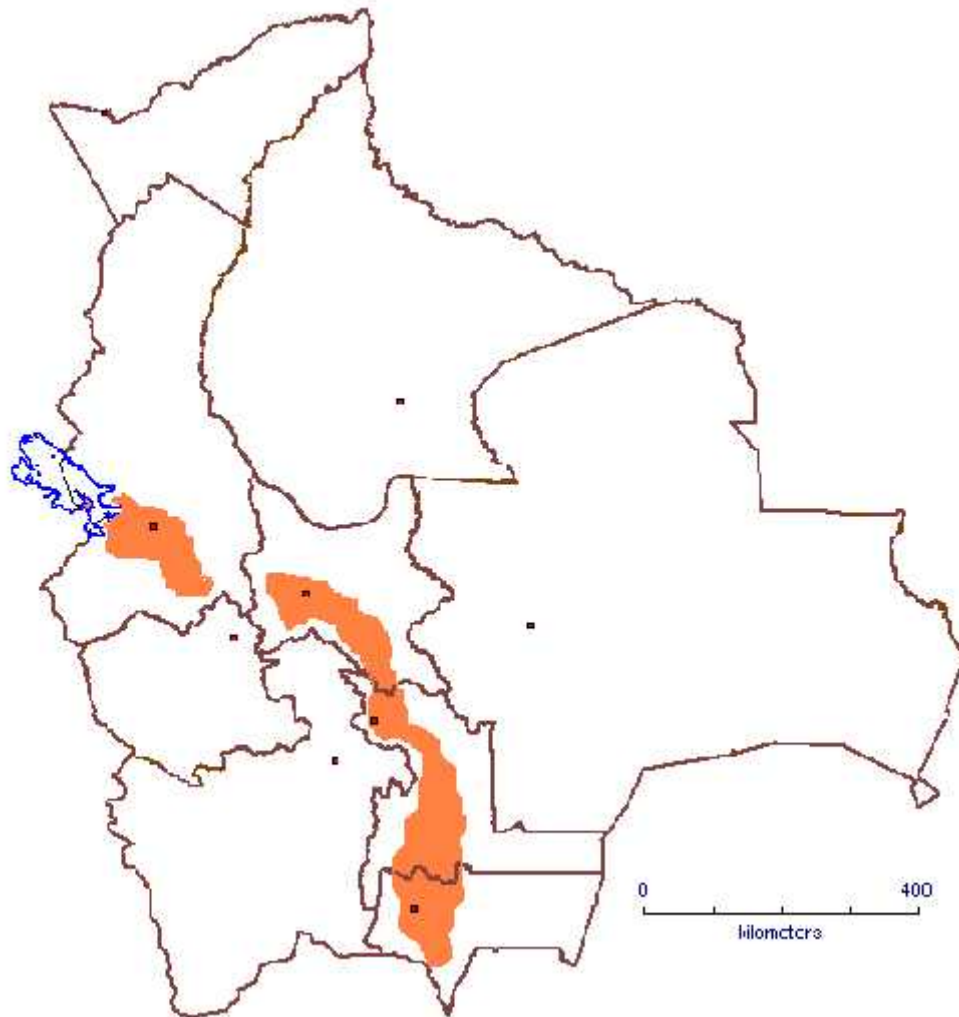
Para los análisis de varianza se verificó la normalidad de los datos. Para la variable 'Número de Brotes' se realizó una transformación de  $Y$ , para aproximar a la normalidad y reducir el Coeficiente de Variación (CV).

Para la variable 'Porcentaje de prendimiento' se realizó un análisis de varianza mediante la distribución de Chi-cuadrado, pues esta variable tiene distribución binomial.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSION

### 5.1. Distribución de la Cantuta (*Cantua bicolor* Lem.) en Bolivia

Una contribución importante de este trabajo fue la elaboración de un mapa de distribución potencial de la Cantuta presentado en la Figura 3. Este mapa fue elaborado en base a información secundaria.



Fuente elaboración propia

Figura 3. Distribución geográfica de la Cantuta (*Cantua bicolor* Lem.) en Bolivia.

Según Infantes (1962) y Reynel y León (1990), mencionan que este arbusto se encuentra en los departamentos de Tarija (Provincia Arce), Cochabamba (Provincia Cercado) y La Paz (Provincias Murillo y Omasuyos).

Como se mencionó anteriormente esta especie tiene una particular importancia para el país debido a que fue declarada como 'Flor Nacional de Bolivia' y por ello su estudio debe ser prioritario especialmente para incrementar su población en regiones adecuadas para su desarrollo. En la Figura 3 se observa que la Cantuta se distribuye en lugares de clima templado de los departamentos de La Paz, Cochabamba, Chuquisaca y Tarija. Estas áreas se encuentran remarcadas de color anaranjado.

## 5.2. Porcentaje de prendimiento

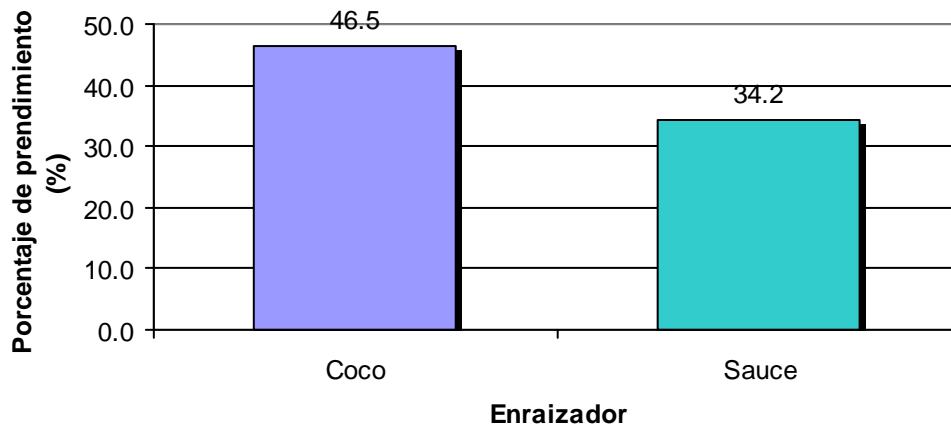
El análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento se muestra en el Cuadro 3. Los resultados muestran que existieron efectos altamente significativos entre bloques, enraizadores y sustratos, por lo que se esperan diferencias entre las proporciones observadas de prendimiento para estos dos factores. El efecto de interacción también presenta significancia, los dos factores (Enraizador y Sustrato) son dependientes en el porcentaje de prendimiento.

**Cuadro 3. Análisis de varianza de Chi cuadrado para el porcentaje de prendimiento**

FV	GL	$\chi^2$	$P > \chi^2$	Sig.
BLOQUES	8	106.907	0.0001	**
ENRAIZADOR	1	104.8428	0.0001	**
Error de A	8			
SUSTRATO	3	107.2216	0.0001	**
ENRAIZ*SUSTRATO	3	23.2522	0.0001	**

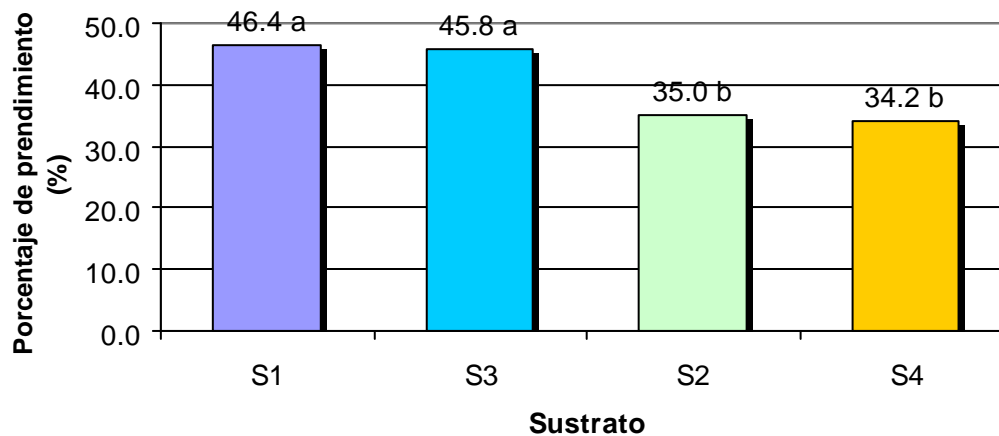
\*\* = Altamente significativo





**Figura 4. Efecto del tipo de enraizadores sobre el porcentaje de prendimiento.**

En la Figura 4 se observa una clara diferencia en los enraizadores que influye en el porcentaje de prendimiento. Los resultados indican que se tuvo mayor cantidad de estacas prendidas utilizando como enraizador el agua de coco (46,5%), una menor proporción de prendimiento (34,2%) se observó con el extracto de sauce. Esta diferencia en el porcentaje de prendimiento puede atribuirse al mayor contenido de citoquininas/auxinas que tiene el agua de coco, la cual influye positivamente en el porcentaje de prendimiento.



**Figura 5. Efectos de Sustratos en el prendimiento**

Los resultados presentados en la Figura 5 muestran que no existen diferencias significativas entre los sustratos S1 y S3 para el prendimiento de las estacas. Sin

embargo, utilizando ambos sustratos se alcanzaron los mayores promedios de prendimiento. Por otra parte los sustratos S2 y S4 no mostraron diferencias significativas en el prendimiento pero en ambos casos los porcentajes de prendimiento fueron menores.

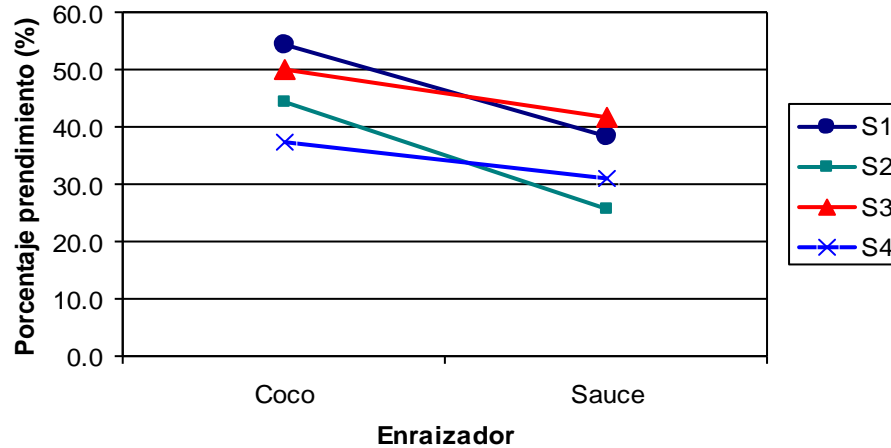
El mayor porcentaje de prendimiento se obtuvo con el sustrato S1 que estuvo conformado por 35% de turba, 10% de estiércol, 35% de arenilla y 20% de tierra. Similar porcentaje de prendimiento se obtuvo con el sustrato S3 conformado por 40% de turba, 10% de estiércol, 25% de arenilla y 25% de tierra. En ambos casos, los sustratos estuvieron conformados por una mayor cantidad de turba y arenilla respecto al estiércol y tierra, lo que favoreció el prendimiento de las estacas de Cantuta.

En cambio el sustrato S2 constituido por 35% de turba, 15% de estiércol, 15% de arenilla y 35% de tierra, tuvo mayor cantidad de tierra y estiércol con relación a los sustratos S1 y S3, en consecuencia se tuvo un efecto desfavorable en el prendimiento de las estacas de Cantuta. Similar comportamiento se observó en el sustrato S4 conformado solo por tierra del lugar, en el cual se obtuvo el menor porcentaje de prendimiento de este estudio.

En la Figura 6 se muestran los resultados de la interacción entre los enraizadores y los sustratos en el porcentaje de prendimiento. Se observa que el enraizador a base de coco asociado al sustrato S1 influyó en el mayor porcentaje de prendimiento de la Cantuta, seguido del enraizador a base de coco con el sustrato S3. Por su parte el enraizador a base de Sauce asociado al sustrato S3 contribuyó al mayor porcentaje de prendimiento usando este enraizador, sin embargo la diferencia no es significativa al porcentaje de prendimiento logrado con el sustrato S1.

Como se observa en la Figura 6, se tuvo una mejor interacción entre el enraizador 'agua de coco' con los sustratos que resultaron en el mayor porcentaje de prendimiento de las estacas de Cantuta. Este comportamiento favorable puede ser

atribuido al mayor contenido de auxina del agua de coco asociado a un alto porcentaje de turba con un bajo porcentaje de estiércol, que contenían los sustratos S1 y S3.



**Figura 6. Interacción de Enraizadores y Sustratos en el porcentaje de prendimiento**

En el caso del sustrato S2, el alto contenido de estiércol y tierra no favorecieron el desarrollo óptimo de las raíces al igual que el testigo S4 que solo contenía tierra del lugar (Figura 6).

### 5.3. Número de brotes

Esta variable registrada a los 30 días luego del transplante, consistió en el conteo de brotes en desarrollo situados en los nudos de las estacas transplantadas. Los resultados del análisis de varianza para esta variable presentados en el Cuadro 4, indican que las diferencias entre bloques y enraizadores no fueron significativas, tampoco se observaron diferencias significativas entre el sustrato ni en la interacción enraizadores – sustratos. Esto significa que la cantidad de brotes en desarrollo son similares en todos los tratamientos y no existe una influencia notoria de los sustratos y los enraizadores en la cantidad de brotes.

**Cuadro 4. Análisis de varianza para el número de brotes**

FV	GL	SC	CM	F	P>F	Sig.
BLOQUES	8	5.75	0.719	1.49	0.2932	Ns
ENRAIZADOR	1	1.389	1.389	2.88	0.1283	Ns
Error de A	8	3.861	0.483			
SUSTRATO	3	0.556	0.185	0.35	0.7903	Ns
ENRAIZ*SUSTRATO	3	0.944	0.315	0.59	0.6229	Ns
Error	48	25.5	0.531			
Total	71	38				

CV = 27.32%

Media=2.7

Ns = No significativo



**Fotos 6 y 7. Estacas de Cantuta en plena brotación**

Los resultados presentados en el Cuadro 4 y en el Cuadro 5 muestran que en la evaluación del número de brotes no se detectan diferencias estadísticas para los efectos principales de Enraizadores y Substratos, lo que indica que la media del número de brotes es la misma para cualquier enraizador ( $\mu_1 = \mu_2$ ) y también la media

para los sustratos es la misma ( $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$ ). El efecto de interacción también para ambos análisis no presenta significancia ( $P>0.05$ ), lo que indica que los factores estudiados son independientes en el número de brotes. La media para cualquier efecto es 2.7 y 2.4 brotes.

**Cuadro 5. Análisis de varianza para el número de brotes (Transformación raíz cuadrada)**

FV	GL	SC	CM	F	P>F	Sig.
BLOQUES	8	3.493	0.437	2.86	0.0793	Ns
ENRAIZADOR	1	0.097	0.097	0.64	0.4483	Ns
Error de A	8	1.221	0.153			
SUSTRATO	3	0.120	0.040	0.47	0.7037	Ns
ENRAIZ*SUSTRATO	3	0.111	0.037	0.44	0.7269	Ns
Error	48	4.068	0.085			
Total	71	9.110				

CV = 19.35%

Media=2.4

Ns = no significativo

El coeficiente de variación es de 19.35% valor menor al 30% considerándose confiable y aceptable para ensayos de campo, ya que nos muestra que hubo un buen manejo experimental.

#### **5.4. Número de hojas 1ra Muestra.**

Esta variable se evaluó en dos oportunidades, la primera a los 60 días (1ra. Muestra) luego del transplante y la segunda a los 120 días de implementado el experimento (2da. muestra).

En el Cuadro 6, se presentan los resultados del análisis de varianza realizado a la 1ra. Muestra del número de hojas. Los resultados nos muestran un efecto importante

de los enraizadores y substratos en el desarrollo y número de hojas, en consecuencia ambos factores son altamente significativos para esta variable en este periodo de tiempo. Es decir que a los 60 días del experimento se observaron tratamientos con mayor y menor cantidad de hojas influenciados por el tipo de enraizador y el tipo de substrato. El coeficiente de variación es de 12.72% valor dentro el rango establecido considerándose aceptable en un ensayo de campo.

**Cuadro 6. Análisis de varianza de Chi cuadrado para el número de hojas.**

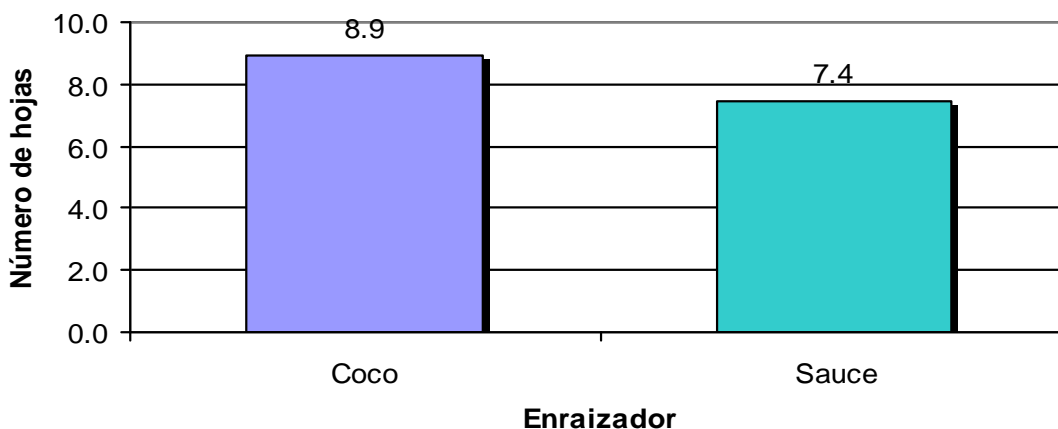
FV	GL	SC	CM	F	P>F	Sig.
BLOQUES	8	34.028	4.253	3.32	0.0547	Ns
ENRAIZ	1	40.500	40.500	31.61	0.0005	**
Error de A	8	10.250	1.281			
SUSTRATO	3	38.278	12.759	11.74	0.0001	**
ENRAIZ*SUSTRATO	3	2.056	0.685	0.63	0.5989	Ns
Error	48	52.167	1.087			
Total	71	177.278				

CV = 12.72%

Media=8.2

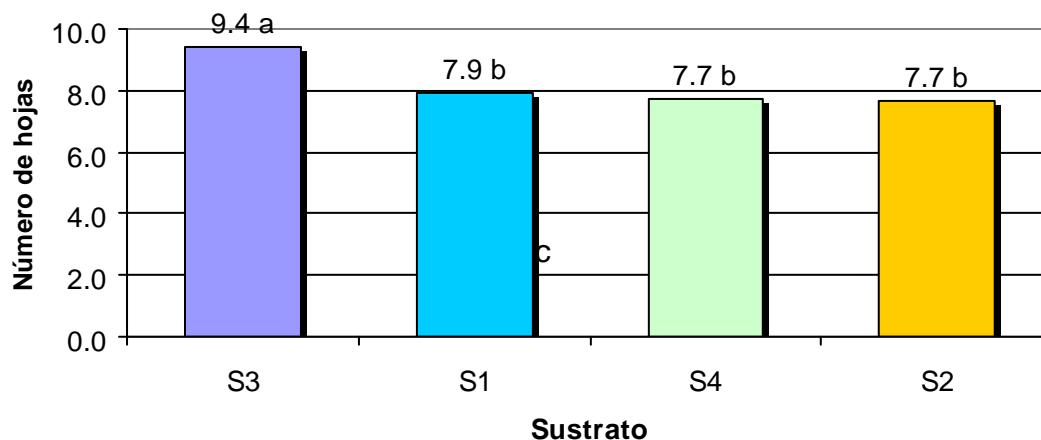
Ns = No significativo, \*\* = altamente significativo

Según la Figura 7, los tratamientos en los cuales se utilizó Agua de coco como enraizador presentaron en promedio 9 hojas a los 60 días después del transplante, en cambio, los tratamientos con extracto de sauce registraron 7 hojas en promedio en el mismo periodo de tiempo.



**Figura 7. Efecto de enraizadores en el número de hojas a los 60 días.**

Esta diferencia de 2 hojas en entre uno y otro enraizador puede atribuirse al mayor contenido de sustancias de crecimiento que contiene el agua de coco respecto al extracto de sauce. Los reportes bibliográficos indican que efectivamente el agua de coco contiene importantes concentraciones de auxinas, giberelinas y otros reguladores de crecimiento que influyen en el desarrollo de tejidos en hojas y tallos.



**Figura 8. Efecto de los sustratos en el número de hojas a los 60 días.**

La Figura 8 nos muestra las diferencias en el número de hojas registradas a los 60 días del experimento en los 4 sustratos utilizados. Se observa que utilizando el

Substrato S3 se obtuvo mayor cantidad de hojas (9,4 en promedio) hasta los 60 días de experimento, aunque la diferencia no es muy grande respecto a los substratos S1, S4 y S2 que registraron 7,9; 7,7 y 7,7 hojas respectivamente. El efecto favorable del Substrato S3 al desarrollo de mayor cantidad de hojas puede atribuirse en parte a su composición de 40 % de turba y 10% de estiércol y 25% de arenilla, que según Goitia (2000), favorece el desarrollo adecuado de la planta en este caso de las hojas.

### 5.5. Número de hojas 2da Muestra

En el Cuadro 7, se presentan los resultados del análisis de varianza realizado a la 2da. Muestra del número de hojas registrado a los 120 días después del transplante. Los resultados nos muestran un efecto importante de los enraizadores y substratos en el desarrollo y número de hojas, en consecuencia ambos factores son altamente significativos para esta variable en este periodo de tiempo y también el efecto entre bloques es significativo, sin embargo la interacción substrato-enraizador no es significativa. Es decir que a los 120 días del experimento se observaron tratamientos con mayor y menor cantidad de hojas influenciados por el tipo de enraizador y el tipo de substrato.



**Foto 8. Número de hojas**

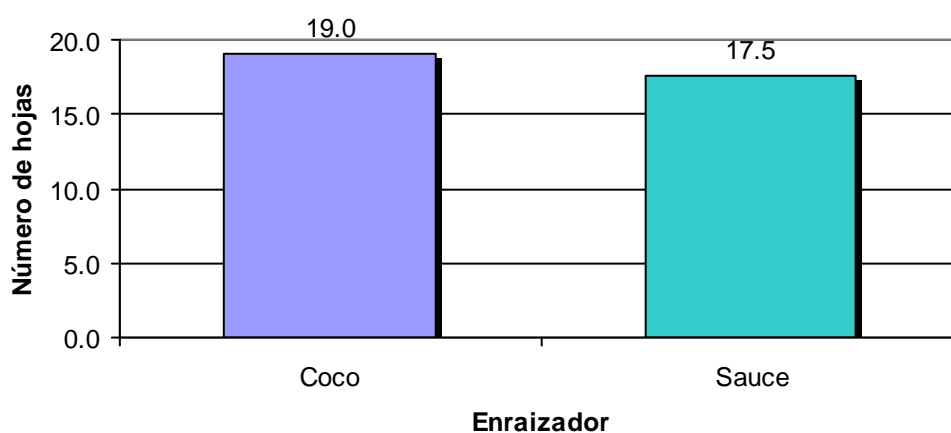


**Cuadro 7. Análisis de varianza de Chi cuadrado para el número de hojas 2da muestra (120 días).**

FV	GL	SC	CM	F	P>F	Sig.
BLOQUES	8	42.444	5.306	4.72	0.0209	*
ENRAIZ	1	40.500	40.500	36	0.0003	**
Error de A	8	9.000	1.125			
SUSTRATO	3	67.667	22.556	37.91	0.0001	**
ENRAIZ*SUSTRATO	3	0.278	0.093	0.16	0.9255	ns
Error	48	28.556	0.595			
Total	71	188.444				
CV = 4.21%		Media=18.3				

\* = significativo, \*\* = altamente significativo, ns = no significativo

En este análisis el coeficiente de variación fue de 4,21% valor dentro el rango establecido considerándose aceptable en un ensayo de campo. Asimismo el promedio de hojas registrado a los 120 días fue de 18 para todos los tratamientos (Cuadro 7).

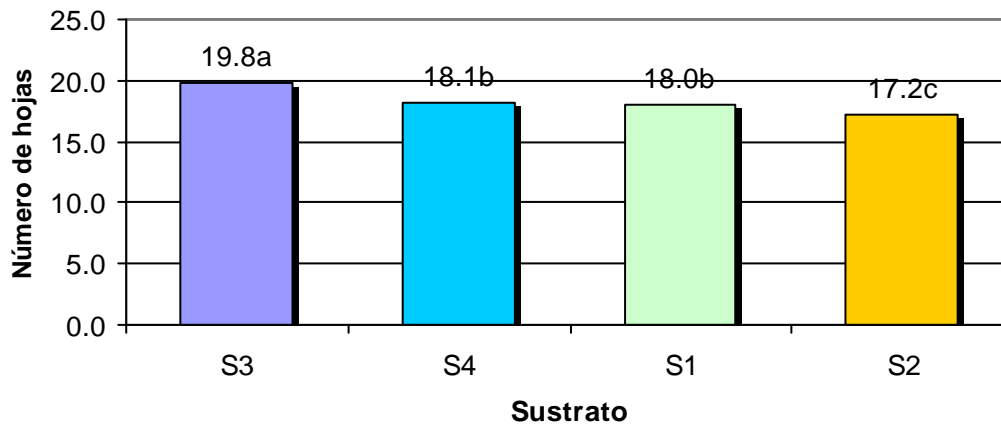


**Figura 9. Efecto del enraizador en el número de hojas 2da muestra (120 días)**

Según la Figura 9, el enraizador Agua de coco tuvo un mayor efecto favorable en la cantidad de hojas de todos los tratamientos respecto al extracto de sauce. En

promedio se registraron 19 hojas desarrolladas usando agua de coco y 17 hojas usando extracto de sauce. Similar diferencia en la cantidad de hojas fue registrada en la 1er. muestra realizada a los 60 días y también puede atribuirse al mayor contenido de sustancias de crecimiento que contiene el agua de coco respecto al extracto de sauce. Se observó que las hojas brotan en grupos de 5, como se menciona en bibliografía.

Los resultados de la evaluación del Número de hojas a los 120 días indican que existieron diferencias respecto a los sustratos utilizados (Figura 16). El sustrato S3 contribuyó a la mayor formación de 19,8 hojas en promedio, 2 hojas más que los sustratos S4 y S1 y tres hojas más que el sustrato S2. Estos resultados pueden atribuirse a que el sustrato S3 contuvo un mayor porcentaje de turba (40%) y arenilla (25%), respecto a los restantes sustratos lo cual fue beneficioso para el desarrollo de hojas en la mayoría de los tratamientos.



**Figura 10. Efecto de los sustratos en el número de hojas 2da Muestra (120 días)**

Como en otras especies vegetales la Cantuta desarrolla mayor cantidad de hojas antes de la floración. Esto ocurre con el propósito de asegurar la disponibilidad de nutrientes y energía a las flores como resultado de una mayor actividad fotosintética. Resultado de este estudio se ha comprobado que la Cantuta alcanza la floración dos veces al año, la primera entre los meses julio, agosto y septiembre; y la segunda entre los meses de diciembre y enero. Estos resultados son similares a los descritos

por Reynel y Felipe- Morales (1987) y Rodríguez (2000). Finalmente se debe considerar otro dato importante observado es que la radiación solar por la mañana es importante para la floración.

## 5.6 Longitud de raíz.

Para el registro de la Longitud de la raíz se tomaron 8 muestras, dos de cada tratamiento (Cuadro 8). No se tomaron más muestras debido a que no se podían sacrificar más plantines, por que se tenía un compromiso con la empresa de entregar la mayor cantidad de plantines.

**Cuadro 8. Detalle de longitud de la raíz en plantines procedentes de los 4 tratamientos.**

Enraizador	Substrato	Longitud de raíz (cm)	
		Raíz principal	Raíz secundaria
Sauce	S1	30,0	24,0
Sauce	S2	25,0	20,5
Sauce	S3	31,0	24,0
Sauce	S4	24,5	20,0
Coco	S1	30,5	22,0
Coco	S2	29,0	25,0
Coco	S3	43,0	39,0
Coco	S4	30,5	22,0

Fuente elaboración propia.

El Cuadro 8 muestra que las mayores longitudes de raíces principales se obtuvieron en el Sustrato 3 con los enraizadores Agua de Coco y Extracto de sauce, con valores de 43 y 31 cm respectivamente. Se observó una diferencia importante de 12 cm como efecto de los dos enraizadores en el mismo sustrato, esta diferencia puede ser

atribuida al mayor contenido de auxina y giberelinas que tiene el Agua de coco, asociado al alto contenido de turba, lo que induce al mayor desarrollo de la raíz. Estos resultados son similares a los descritos por Azcon- Bieto (1993) y Hurtado y Merino (1994). Asimismo, las longitudes de raíces de los restantes tratamientos fluctuaron entre 24,5 a 30,5 cm.



**Foto 9. Registro de la longitud de raíces de cada tratamiento.**

Otro resultado importante ocurrió en el Substrato 2, tanto para el tratamiento con Agua de coco como para el de Extracto de sauce el desarrollo de las raíces fue menor. Este comportamiento puede ser atribuido a que este Substrato estuvo preparado en base a un alto contenido de estiércol 15% lo que pudo influir en el menor desarrollo de la raíz. Este resultado es comparable al descrito por Goitia (2000), quien menciona que el alto contenido de estiércol puede quemar las raíces o perjudicar el desarrollo de la misma.

## 5.7. Diámetro de esqueje

El Cuadro 9 muestran los resultados del análisis de varianza para la variable Diámetro de esqueje. Se encontraron diferencias altamente significativas entre bloques lo que indica que el diseño fue bien aplicado y se gana precisión en esta variable. Asimismo se observa que el efecto del enraizador es significativo ( $P < 0.05$ ) lo que indica que la media de los enraizadores es diferente para el diámetro. En cambio no fueron significativos los efectos de los sustratos, ni los de la interacción enraizador- sustrato.

**Cuadro 9. Análisis de varianza para el diámetro de esqueje**

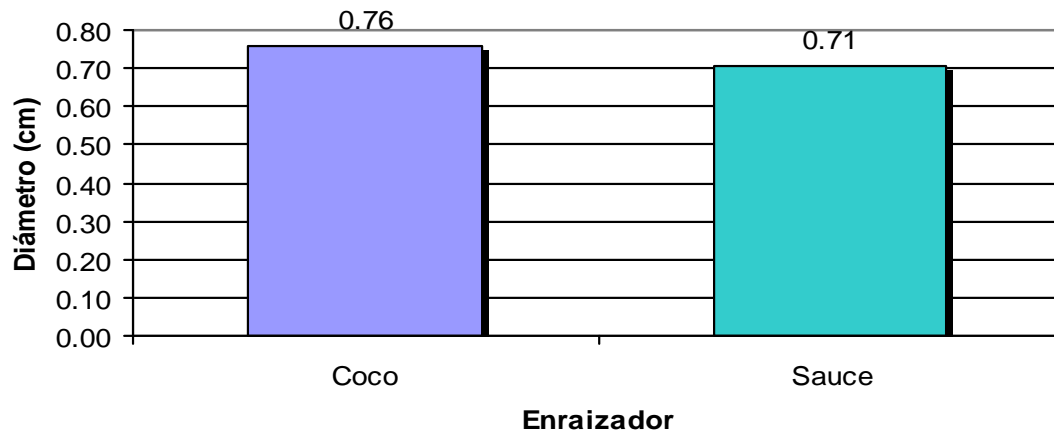
FV	GL	SC	CM	F	P>F	Sig.
BLOQUES	8	0.463	0.058	6.46	0.0001	**
ENRAIZ	1	0.123	0.123	7.59	0.0249	*
Error de A	8	0.130	0.016			
SUSTRATO	3	0.003	0.001	0.1	0.9595	Ns
ENRAIZ*SUSTRATO	3	0.039	0.013	1.45	0.2389	Ns
Error	48	0.430	0.009			
Total	71	1.187				

CV = 12.91%

Media=0.73

\*\* = altamente significativo, \* = significativo, Ns = no significativo

El coeficiente de variación de 12.91%, valor menor al 30% considerándose confiable y aceptable para ensayos de campo, ya que nos muestra que hubo un buen manejo experimental.



**Figura 11. Efecto del tipo de los enraizadores sobre el diámetro de esqueje**

La Figura 11 muestra que el enraizador a base de Coco tuvo una influencia positiva en el engrosamiento del esqueje alcanzando un valor promedio de 0,8 cm, mayor al enraizador en base a Sauce que registro un promedio de 0,7 cm. Según Azcon – Bieto (1993) el contenido de auxina que contiene el agua de coco influye también en la extensión del tallo.



**Foto 10. Registro del diámetro de esqueje en plantines de Cantuta**

## 6. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos se llega a las siguientes conclusiones:

1. La aplicación del enraizador agua de coco acelera e influye en el desarrollo de la raíz, prendimiento de las estacas, en el desarrollo o elongación del tallo y de las hojas y en el diámetro del esqueje.
2. El mayor porcentaje de prendimiento se obtuvo utilizando Agua de coco como enraizador. Se observó que el Agua de coco tiene un efecto favorable en comparación con el Extracto de sauce que registró un prendimiento menor.
3. El testigo demora el prendimiento, en la elongación de la raíz y en el número de hojas se mantiene bajo.
4. El prendimiento es alto, con riego constante, por la experiencia obtenida en época seca no es tan recomendado la reproducción asexual a no ser que se cuente con suficiente agua.
5. La primera vez que se recolecto las estacas se murieron el 95 % de las estacas, por la falta de investigación en nuestro medio con respecto a la reproducción asexual de la cantuta (*Cantua bicolor* Lem.), el tiempo de remojo en agua no tiene que ser muy prolongado podría estar en agua por una semana.
6. La reproducción vegetativa tiene ventajas, de lograr la reproducción de una planta madre sin producir cambio alguno en sus descendientes es decir en las estacas de Cantuta; presenta crecimiento rápido.

7. Finalmente, se concluye que, en el caso de sustratos, el que dio mejor resultado es el sustrato S3 conformado por un 40% de turba, 10% de estiércol, 25% de arenilla y 25% de tierra del lugar seguida S1 conformado de 35% de turba (tierra vegetal), 10% de estiércol 35% arenilla y 20% de tierra del lugar.
  
8. Otro aporte importante es que la Cantuta (*Cantua bicolor* Lem.) es una especie Macrohemera es decir, que necesita periodos largos de luz al día.



## 7. RECOMENDACIONES

De acuerdo a lo observado para las condiciones del presente estudio se plantean las siguientes recomendaciones:

1. La multiplicación vegetativa de la cantuta puede reemplazar a la propagación por semilla, siempre y cuando se realice en ambientes con aprovisionamiento continuo de agua y con semisombra.
2. Realizar trabajos similares, para verificar los datos obtenidos, para definir con mayor precisión el presente estudio en función a la aplicación de enraizadores naturales en propagación asexual de especies.
3. Se recomienda la utilización de estacas de mediana lignificación con la aplicación de enraizadores naturales (agua de coco), con sustrato con alto contenido de turba que es la que dio buenos resultados.
4. Por la experiencia adquirida se recomienda recolectar las estacas en época de lluvia (Diciembre, enero y febrero) para garantizar el enraizamiento de las estacas. La cantuta es exigente en agua especialmente cuando se encuentra en propagación vegetativa.
5. La preparación de sustrato a base de turba, tierra del lugar, guano y arena deben ser bien proporcionados, bajo contenido de guano y arena, deben mantenerse húmedos para que no sufra estrés las estacas.
6. Evaluar en experimentos sucesivos con otro tipo de enraizadores naturales, estacas y sustratos, en otras especies que presentan problemas de propagación, como el lento desarrollo de plántulas de semillas con muy poca viabilidad.

7. Se recomienda promover el estudio sobre las dosis de enraizadores naturales para la propagación vegetativa en especies arbustivas, forestales, frutales y ornamentales.
  
8. Finalmente se sugiere que se identifique las especies de cantutas en todo el país, solo en la ciudad de La Paz, hay unas 5 de acuerdo a lo observado habría que identificarlas o clasificarlas.

## 8. BIBLIOGRAFIA.

- ARIAS, E. y OCAÑA, D. (1991) Guía para la producción de especies nativas, Proyecto de desarrollo Forestal participativo de los Andes. Área de Bolivia. La Paz, Bolivia. 32 p.
- AZCON, J. – BIETO y M. TALON (1993) fisiología y bioquímica vegetal. 1° Edición Madrid, España. 581p.
- BIDWELL, R (1979) Fisiología Vegetal. Primera edición en español México, D.F. México. pp 285-301.
- BOLFOR, (2002) Evaluación de la deforestación en Bolivia Proyecto Bolivia Forestal. Santa Cruz, Bolivia.
- BONNER, J. y GALTON, A. (1959) Principios de fisiología vegetal. Madrid, España. 483 p.
- BOREL, R. (1990) Especies Agrosilvopastoril para la zona Alto-Andina. Cooperación Técnica del Gobierno Suizo. Organización Suiza para el desarrollo y la cooperación ARBOLANDINO. Pomata, Perú.
- BRACK, A . (1999) Diccionario enciclopédico de Plantas Útiles del Perú.
- CONDORI, W. (2006) Efecto de enraizadores naturales, en la propagación del Arce Negundo (*Acer negundo*).
- CHOQUE,R., (2006) Enraizamiento del Olmo (*Ulmus pumila* Lin.) con la aplicación de tres fitoenraizadores, en condiciones controladas. Tesis de grado. Oruro, Bolivia. 116 p.

DARWIN, (1999) Sobre vivencia de hijuelos basales del *Ulmus pumila*, *Bactris gasipaes* H\_B\_K\_ en vivero y campo definitivo con archivos <http://darwin.futuro.usp.br/dandellions/hormonios.html>.

DE LUCCA y ZALLES J. (1992) Flora medicinal Boliviana Diccionario enciclopédico Editorial Amigos del libro. La Paz – Cochabamba, Bolivia. 498 p.

DIMITRI, ( 1980 ) Enciclopedia Argentina de agricultura y Jardinería . Buenos Aires, Argentina. Disponible en <http://www.infoagro.com/industriaauxiliar/tiposustratos.asp>

FORNO y BAUDOIN (1991) Historia Natural de un Valle en los Andes: La Paz. La Paz, Bolivia. 559 p.

FOSTER,R. (1958) Catalogue of the ferns y Flowering Plants of Bolivia. Publicity the gray herbarium of Harward University conbridge. U,S.A.

GARCIA, E (1987) Flora y vegetación ruderal de la ciudad de La Paz Tesis de Licenciatura en Biología Fac. de Ciencias Puras y Naturales U.M.S.A. La Paz, Bolivia 138 p.

GIRAULT, L. (1987) KALLAGUAYA Curanderos Itinerantes de los andes. La Paz, Bolivia. 530 p.

GOITIA, L. (1988) Especies forestales de Bolivia. Cochabamba, Bolivia.

GOITIA, L. (2003) Manual de Dasonomía y Silvicultura, Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia.

HARTMANN y KESTER. (1997) Propagación de plantas edit. Continental. México D.F., México. 760 p.

- HURTADO y MERINO, (1994) Cultivo de tejidos vegetales Editorial Trillas. México D.F., México 226 p.
- INFANTES, J. (1962) Revisión del Género *Cantua* (Polemoneaceae).
- IRMAY, H. ( 1956 ) Legislación Forestal Boliviana. Boletín Forestal.
- KILLEN – GARCIA y BECK (1993) Herbario Nacional de Bolivia. La Paz, Bolivia
- LARA, L.(1971) Diccionario Quechua Castellano 1ra Edición
- LARA, R. (2009) Ingeniero Forestal dendrólogo información verbal.
- LEMAIRE, (1847) Flore des Serres.
- LEÓN, J. (1988) Identificación y caracterización dendrológicas de 18 especies leñosas de la Zona de Chaipi Ayacucho Universidad Agraria la Molina Tesis. Lima, Perú. 193 p.
- NOGALES, A. (2004) Estrategias de conservación y redoblamiento de los recursos genéticos de *Cedrela lilloe*, ecotipo. Cochabamba, Bolivia. 95 p.
- OCAÑA D., (1996) Desarrollo forestal campesino en la región Andina del Perú. FAO HOLANDA. 211 p.
- PEREZ (2000) Cómo esquejar Árboles esquejes, estacas o estaquillas leñosas\_ [archivoshttp://club.telepolis.com/Juanantperez/tema-6.html](http://club.telepolis.com/Juanantperez/tema-6.html).
- REYNEL, C. (1988) Plantas para leña en el Sur- Occidental de Puno. Proyecto ARBOLANDINO. Puno, Perú. 165 p.

- REYNEL y LEÓN (1990), Árboles y arbustos Andinos para Agroforestería y conservación de suelos, Proyecto FAOHOLANDA/DGFF. Tomo II. Lima, Perú. 154 p.
- REYNEL, C. y FELIPE- MORALES (1987) Agroforestería tradicional en los Andes del Perú. Lima, Perú. 146 p.
- REYNEL, C. y MUÑOZ, F. (1988) Plantas medicinales y aromáticas, estudio, cultivo y procesado en Puno. Puno, Perú.
- RODRIGUEZ, J. (2000) Plantas herbáceas semileñosas y leñosas, usos y beneficios Proyecto UNIR- U.M.S.A.(En el Diario Hoy 13.05.90). La Paz, Bolivia. 61 p.
- RODRIGUEZ, M. (1991) Fisiología Vegetal. Editorial Amigos del Libro. Cochabamba, La Paz, Bolivia. 445 p.
- ROJAS, F. (1996) Apuntes de Botánica Sistemática. Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 120 p.
- ROCA, W y LUIS A. (1991) Cultivo de tejidos en la agricultura Fundamentos y Aplicaciones (fotocopias 50, 51). 945 p.
- STEEL y TORRIE, (1996) Bioestadística: Principios y procedimientos. 2da edición en español. Mc Graw Hill. México D.F, México. 622 p.
- THOMSON T. y JERRAN M., (1960) Silvicultura Practica Impreso en España 2ª edición. 340 p.
- TRUJILLO E. (1984) Manejo de semillas, viveros y plantaciones iniciales. Editorial centro de estudios del trabajo. Bogotá, Colombia. 151 p.

VALENZUELA E., (1993) Plantas en suelos erosionados de la ciudad de La Paz. 129 p.

VAN EYNDE, K y J. VENERO (1989) Estudio cuantitativo de las cercas vivas, agroforestería Perú. Lima, Perú.

WEAVER R. (1996) Reguladores de crecimiento de las plantas cultivadas Editorial trillas. Distrito Federal, México. 640 p.

WEBERBANER A. (1945) El mundo vegetal de los Andes Peruanos Estudio fitogeográfico. Lima, Perú. 776 p.

## GLOSARIO

**Acodado.-** (de codo), adj. dicese de la planta que forma codo, es decir cuyo tallo cambia de dirección en dos entrenudos inmediatos. Se aplica especialmente a las gramíneas, las cañas de las cuales suelen formar codo en alguno de sus nudos próximos al suelo V. geniculado.

**Acropétalo.-** forma errónea de acropeto.

**Acrópeto.-** (de peto del lat. Petere, dirigirse a crecer hasta, etc., con el pref. Cero), adj. Dicese de lo desarrolla desde la base hacia el ápice las hojas en el tallo, por ejemplo se forman de manera acrópeta, por que las más hechas son las inferiores y las menos desarrolladas las superiores y lo propio ocurre en las flores, en las cuales los diversos verticilos que lo componen se forman tanto antes cuanto más externas.

**Actinomorfias.-** adj. Dic. De un vegetal cuando presenta simetría radial.

**Adventicias,-** (del lat. Adventitius accidental, inesperado), adj. En su sentido prístino, que es el de decundolle, se dice de cualquier órgano que se desarrolla a partir de un tejido embrional o meristemático.

**Arbusto.-** Vegetal leñoso, de menos de 5 m de altura sin un tronco predominante porque se ramifica a partir de la base. Los arbustos de menos de altura, de un metro a lo sumo o poco más, se llaman matas o matillas.

**Basipétalo.-** (Dícese de todo órgano vegetal cuyo desarrollo se realiza a partir del ápice dirigiéndose hacia la base. Las hojas por ejemplo son basípetas o de crecimiento basípeto, por que si medimos su crecimiento observamos que es tanto mayor cuanto más próximo se encuentra de la base la parte foliar considerando basipétalo se opone a basífugo.



**Bulbo.-** (del lat. bulbo, cebolla común y otras cebolludas), m. yema subterránea con los catáfilos o las bases foliares convertidos en órgano reservante y la porción axial reducida y generalmente, disciforme, el llamado platillo del bulbo. A veces el bulbo, como en la cebolla común, se halla totalmente rodeado por las bases persistentes de las hojas que forman los llamados cascos de la cebolla.

**Cambium.-** (del neol. Lat. cambiúm Grew dió este nombre a un humor que interpuesto entre el liber y el leño de las dicotiledóneas, se organiza poco a poco y enjendra células leñosas hacia el interior y elementos liberianos exteriormente.

**Cartáceas.-** del latín chartaceus, de charta de papel) adj. De consistencia de papel o de pergamino: legumbre cactácea.

**Coriácea.-** (del lat. Coriáceus, der. Corium , cuero; es término usado con frecuencia en las descripciones botánicas), adj. De consistencia recia, aunque con cierta flexibilidad, como el cuero. En la región mediterránea con frecuencia las plantas de hojas coriáceas como el laurel, la encina, la adelfa, etc.

**Cormos.-** (del neol. Latín cormus, tronco del árbol), m. Eje de las plantas superiores, constituido por la raíz y el vástago, diferenciado este en tallo y hojas con esta extensión.

**Decurrente.-** Bot. Se aplica a las hojas cuyo limbo se extiende a lo largo del tallo.

**Dorsifija.-** adj. Fijo adherido por el dorso, ni por ápice, ni por la base; dicese sobre todo de las anteras, en relación con su modo de insertarse en el filamento estaminal.

**Epipétalo.-** (de pétalo, con el pref. Epi encima), adj. Que se halla sobre los pétalos; hoy se usa este término para referirse a los estambres, estaminodios, etc. Que parecen estar insertos sobre la corola y precisamente frente a los pétalos a los lóbulos de la misma, como en las primulas.

**Fasciculada.-** adj. Bot. Dic. De los aparatos radicales de las plantas en las que todas las raíces tienen el mismo desarrollo.

**Filiforme.-**(del latín filiformes, der. A su vez de filum-i, el hilo del lino, con el suf. Formis, forma), adj. De forma de hebra, delgado y sutil como una fibrilla de lino, como los segmentos de la hoja del eneldo y del hinojo.

**Gamopétala.-** (de gamo – y pétala), adj. De pétalos concrescentes sin simpétalo.

**Glabra.-** Calvo, lampiño.

**Glandulosos.-** (del lat. Glandulosus), adj. Que tiene glándulas.

**Glándulas.-** (del lat. Glándula), f. Dicese de cualquier célula capaces de acumular o de expeler una secreción. En general, sin embargo, se limita el uso de éste termino a las llamadas glándulas epidérmicas, que son externas, y a los recipientes secretorios internos de forma más o menos redondeada, no prolongada.

**Hermafroditas.-** Con los atributos de ambos sexos, aplícase a las plantas y a las flores hermafroditas, con androceo y gineceo son más frecuentes entre las angiospermas; las gimnospermas las poseen unisexuales.

**Hipocrateriforme.-** (Latín hypocrateriformis voz híbrida formada del griego).

**Hipocraterimorfo.-** Se aplica principalmente a las corolas sin pétalos de tubo largo y angosto que remata en un limbo potente, como en el jismín.

**Inconspicua.-** (Del latín ) sin gloria, oscuro, ignorado. Adj. Dicese del órgano o del conjunto de órganos poco aparentes.

**Infundibuliforme.-** embudo, adj. De forma de embudo, aplicase a menudo a la corola porque la mayoría de las convulvulaceas, y son muchas la tienen de esta forma.

**Internodio.-** (del lat. Internodium, entre nudo), m. porción del tallo comprendido entre dos nudos consecutivos, llamada usualmente entre nudo.

**Lignificación.-** (del lat. Lignificatio der. De lignum, leña, que ha dado también lignina), f. fenómeno a favor del cual se deposita lignina en mayor o menor grado y además derivados oxigenados de la celulosa xilana, etc.

**Mata.-** f. En términos botánicos, arbusto de poca altura, a lo sumo de un metro, como los tomillos, el cantueso, etc. Otros dan el nombre de mata a la planta leñosa que no pasa de 50 cm y 2m (por ejm. duque Jaramillo).

**Mucronados.-** adj. Mucronato, que es la forma preferida en el D.A.

**Mucronato.-** (del lat. Mucronatus), adj. En bot., dicese del órgano que remata de manera abrupta o súbita en una punta corta, en un mucrón.

**Oblongo.-** (del lat. Oblongus, y este de ob-, empleado como en oblatum, y longus, largo; o excesiva mente largo.

**Péndula.-** (del lat.pédulus) adj.Dicese del tallo, de la flor, fruto, etc. Colgantes o cabizbajos.

**Pinnada.-** (del latín pinnatus, alado o provisto de aletas a las cuales se han comparado los foliolos).

**Pubescente.-** (del lat. Pubescens, -tis p.a. de pubesceré, entrar en la pubertad, empezar a cubrirse de vello), adj. dicese de cualquier órgano vegetal cubierto de pelo fino y suave como un bozo: hojas pubescentes.

**Rizomas.-** (del gr, raigambre)m. Metamorfosis caulinar debido a la adaptación a la vida subterránea, o dicho de manera más simple tallo subterráneo.

**Sésil.-** Que se une directamente, sin peciolo.

**Suculento.-** (del lat. Succulentus, jugoso, pingüe), adj. Dicese de las hojas, tallos, etc., o de la planta entera, cuando son muy carnosos y grueso, son abundantes jugosos, como en casi todas las cactáceas, crasuláceas, etc.

**Tomentosos.-** (del lat. Tomentosus, y éste de tomentum, la borra), adj. Dicese de la planta o del órgano que están cubiertos de pelos generalmente ramificados, cortos y dispuestos muy densamente, por lo que semejan borra.

**Túbulos o tubular.-** aplicase al cáliz, corola etc. De forma cilíndrica o casi cilíndrica; tratándose del cáliz o de la corola es menester que tengan sus antófilos soldados en un extremo relativamente grande, y el limbo corto o casi nulo.

**Valvas.-** (Latín valvae, los batientes u hojas de puertas y ventanas), f. cada una de las divisiones profundas de las cápsulas propiamente dichas, de las legumbres, y de otros frutos secos y dehiscentes generalmente en número igual al de los carpelos o en doble número.

**Xerofítica.-** (de xerofito), adj. Perteneciente o relativo a los xerofitos: estructura xerofítica, -FQ. Termino ecológico que prácticamente, se aplica en el mismo sentido que xerofilo, aunque etimológicamente esta última palabra encierra la idea de una predilección de la planta, mientras que xerofítico expresa un hecho de "hábitat", sin prejuzgar sus causas ciertas plantas necesitan en realidad de un medio relativamente seco o a que solo puedan prevalecer en el por poder resistirlo, y en medios más húmedos ser expulsados por la competencia de las especies más exigentes en agua.

**Zigomorfa.**- f. fenómeno concerniente a los órganos zigomorfos. Dícese de cualquier órgano o parte orgánica, y aun del organismo entero que tiene simetría.

# ANEXO

## ANEXO 1.

### **Análisis bromatológico del Agua de coco**

DETERMINACION	RESULTADO
NITROGENO (%)	0,10.-
PROTEINAS x 6,25 (%)	0,65.-
CARBOHIDRATOS (%)	6,83.-
LIPIDOS (%)	0,20.-
CENIZAS ( 500-550°C) (%)	0,44.-
FOSFORO (mg/100g)	40.-
POTASIO (mg/100g)	127.-
Ph	3,98.-
VALOR ENERGETICO (Cal/100 g)	31,516.-

### **Análisis bromatológico del extracto de sauce**

DETERMINACIÓN	RESULTADOS
NITROGENO (%)	0,34.-
PROTEINAS (%)	2,16.-
CARBOHIDRATOS (%)	Vestigios
LIPIDOS (%)	0,079.-
CENIZAS (500-550°C) (%)	0,096.-
FOSFORO (mg/100 g)	163.-
POTASIO (mg/100g)	69.-
Ph	4,36.-
VALOR ENERGETICO (Cal/100g)	9,27.-

Fuente proporcionada por el tesista Edgar Condori.

## ANEXO 2.

### **Prendimiento de esquejes con el enraizador Extracto de sauce.**

<b>ORDEN</b>	<b>SUSTRATO</b>	<b>% ESQUEJES PRENDIDOS</b>
1	S0 – TESTIGO	54
2	S1 – 35% tur. 10% est., 35% ar. Y 20% tierra	70
3	S2 -35% tur., 15% est., 15% ar. Y 35% tierra	48
4	S3 – 40% tur., 10% est., 25% ar. Y 25% tierra	75
<b>Promedio</b>		61

### **Prendimiento de esquejes con el enraizador Agua de coco.**

<b>ORDEN</b>	<b>SUSTRATO</b>	<b>% ESQUEJES PRENDIDOS</b>
1	S0 – TESTIGO	63
2	S1 – 35% tur., 10% est., 35% ar. Y 20% tierr	88
3	S2 – 35% tur., 15% est., 15% ar. Y 35% tierr	73
4	S3 - 40% tur., 10% est., 25% ar. Y 25% tierr	87
<b>Promedio</b>		77



**ANEXO 3.**

**Obtención de esquejes de cantuta**



**ANEXO 4.**

# Decreto Supremo

1° DE ENERO DE 1924.

*Emblema Nacional* — Se reconoce como tal la flor de la "Kantuta"

**BAUTISTA SAAVEDRA**  
Presidente Constitucional de la República

**CONSIDERANDO:**

Que, además de la Bandera y el Escudo que simbolizan la majestad y la grandeza de la República, cimentadas en la unión de sus hijos, siendo, a la vez, los distintivos de la soberanía nacional, ha llegado la ocasión de adoptar oficialmente un emblema que embellezca y reavive la tradición y las glorias históricas de una de las razas constitutivas de la nacionalidad;

Que, la "Kantuta", a más de ser producto peculiar del Alto Perú, y de haber figurado en la heráldica del más poderoso imperio americano, ostenta en sus corimbo los colores de la Bandera Nacional;

**D E C R E T A :**

**Artículo único:** Conságrase como emblema nacional la flor de la "Kantuta", que sustituirá la usual media corona de laurel de mirto u olivo o cualquier otra, empleándose como motivo decorativo de conmemoraciones patrióticas, civiles o militares. En consecuencia, lo adoptarán las Sociedades Científicas, Artísticas, Comerciales, Industriales y de Beneficencia, establecidas en el país.

Los señores Ministros de Estado en los Despachos de Instrucción Pública y Agricultura y de Guerra y Colonización, quedan encargados de la ejecución y cumplimiento de este Decreto.

Dado en el Palacio de Gobierno de la ciudad de La Paz, a primero de enero de mil novecientos veinticuatro años.

---

**ANEXO 5.**

# Decreto Supremo

18 DE OCTUBRE DE 1933.

*"Día de la Khantuta"* — Señala el 20 de Octubre de cada año, para la conmemoración del emblema nacional.

*DANIEL SALAMANCA*  
Presidente Constitucional de la República

CONSIDERANDO:

Que por Decreto Supremo de 1º de enero de 1924 se ha consagrado como uno de los emblemas nacionales la "Khantuta", flor representativa de uno de los más importantes factores étnicos del país;

Que corresponde a los Poderes Públicos instituir y estimular la veneración de los simbolismos que constituyen a mantener la vinculación de los pueblos con su pasado histórico;

DECRETA:

Artículo único: Se fija el 20 de Octubre de cada año, como Día de la "Khantuta".

El señor Ministro de Instrucción Pública y Agricultura, queda encargado de la ejecución y cumplimiento del presente Decreto.

Dado en la ciudad de La Paz, a los diez y ocho días del mes de octubre de mil novecientos treinta y tres años.