

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



**TESIS DE GRADO**

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES ENRAIZADORES EN EL  
DESARROLLO DE ESQUEJES SUBTERMINALES, INTERMEDIOS Y BASALES  
DE ESTEVIA (*Stevia rebaudiana* B.) EN TAIPIPLAYA, CARANAVI.**

**JUAN AYAVIRI QUISPE**

**LA PAZ -BOLIVIA**

**2010**

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

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES ENRAIZADORES EN EL  
DESARROLLO DE ESQUEJES SUBTERMINALES, INTERMEDIOS Y BASALES  
DE ESTEVIA (*Stevia rebaudiana B.*) EN TAIPIPLAYA, CARANAUI.**

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

**JUAN AYAVIRI QUISPE**

**Asesores:**

Ing. M. Sc. Wilfredo Peñafiel Rodríguez .....

Ing. Jorge Barco Sivila .....

**Tribunal Examinador:**

Ing. Ph. D. Félix Marza Mamani .....

Ing. M. Sc. Hugo Bosque Sánchez .....

Ing. Rene Calatayud .....

**Aprobada**

**Presidente Tribunal Examinador:** .....

**2010**

## **DEDICATORIA**

A mis señores padres, por la ayuda y apoyo que siempre me brindaron en el transcurso de mi carrera, a mi hijo Adair que es un aliento para seguir adelante, a mis hermanos que con su apoyo moral siempre estuvieron a mi lado dándome los constantes alientos. A la madre de mi hijo Rouss y a todos aquellos quienes siempre me colaboraron en las buenas y en las malas.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme la oportunidad de vida y su infinito cariño.

Agradezco profundamente a la Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de agronomía por haberme cobijado en el transcurso de mi estudio.

Un agradecimiento a todos quienes fueron mis docentes de las distintas materias en aula y en campo, que con sus conocimientos aportaron mucho en su momento a mi formación profesional y a quienes los guardo un profundo respeto y admiración por haberme colaborado incondicionalmente en el transcurso de mi estudio.

A mis señores padres por darme todo el apoyo y confianza durante mi estudio, quienes siempre me brindaron la colaboración necesaria para seguir cada día en mi estudio, a mis hermanos por que siempre me apoyaron moralmente en mi carrera profesional.

Al Ing. M. Sc. Wilfredo Peñafiel R. Docente de la carrera de Ing. agronómica, por ayudarme y brindarme todos sus conocimientos en la elaboración de la presente tesis, que sin su apoyo hubiera sido difícil la elaboración del presente trabajo.

Al Ing. Jorge Barco Sivila, Docente del Instituto Superior Técnico Agroindustrial Caranavi "ISTAIC", quien con su conocimiento y apoyo me colaboro en la realización del presente trabajo.

A todos mis amigos y compañeros de estudio quienes siempre estuvieron a mi lado en las buenas y malas y haberme soportados mis indiferencias y a quienes siempre les recordare.

## CONTENIDO GENERAL

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>III</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>IV</b>
<b>INDICE GENERAL.....</b>	<b>V</b>
<b>INDICE DE CUADROS.....</b>	<b>VII</b>
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>VIII</b>
<b>INDICE DE ANEXOS.....</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>X</b>

	<b>INDICE</b>	<b>PAG.</b>
<b>I.</b>	<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
1.1.	Objetivo General.....	2
1.2.	Objetivo Especifico.....	2
<b>2.</b>	<b>REVISION BIBLIOGRAFICA.....</b>	<b>3</b>
2.1.	Generalidades sobre el cultivo de la Estevia.....	3
2.2.	Origen.....	3
2.3.	Importancia Económica.....	4
2.4.	Características del Esteviosido.....	5
2.5.	Propiedades e importancia.....	5
2.6.	Clasificación taxonómica.....	6
2.7.	Botánica y Morfología.....	6
2.8.	Plagas y Enfermedades.....	7
2.9.	Condiciones Ambientales durante el Enraizamiento.....	9
2.10.	Propagación.....	10
2.11.	Ventajas de la propagación vegetativa.....	11
2.12.	Desventajas de la propagación Vegetativa.....	12
2.13.	Razones para emplear la propagación asexual.....	12
2.14.	Hormonas.....	13
2.15.	Concepto general de los reguladores de crecimiento.....	14
2.16.	Utilización de reguladores de crecimiento en el enraizamiento.....	18

2.17.	Fisiología del enraizamiento.....	17
2.18.	Técnicas de aplicación de reguladores de crecimiento.....	20
2.19.	Condiciones ambientales durante el enraizamiento.....	21
2.20.	Sustratos para el enraizamiento.....	21
<b>3.</b>	<b>LOCALIZACION.....</b>	<b>23</b>
3.1.	Ubicación geográfica.....	23
3.2.	Características climáticas.....	23
3.3.	Características ecológicas.....	23
3.4.	Características agrícolas de la zona.....	24
<b>4.</b>	<b>MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>26</b>
4.1.	Material vegetal.....	26
4.2.	Material Químico.....	27
4.3.	Materiales de campo.....	28
4.4.	Material de gabinete.....	28
4.5.	Métodos y técnicas.....	28
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>38</b>
5.1.	Porcentaje de esquejes prendidos.....	38
5.2.	Numero de brotes.....	43
5.3.	Numero de raíces.....	46
5.4.	Longitud de raíz.....	51
5.5.	Altura de brote.....	54
5.6.	Diámetro del tallo del brote.....	57
5.7.	Análisis de correlación y regresion de las variables estudiadas.....	60
<b>6.</b>	<b>ANALISIS ECONOMICO.....</b>	<b>64</b>
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>66</b>
<b>8.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>69</b>
<b>9.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>71</b>

## INDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Composición de enraizadores específicos.....	30
Cuadro 2. ANVA del porcentaje de prendimiento.....	38
Cuadro 3. ANVA para el número de brotes.....	43
Cuadro 4. ANVA para el número de raíces emitidos por esqueje.....	47
Cuadro 5. ANVA para longitud de raíces emitidos por esqueje.....	51
Cuadro 6. ANVA para altura de brote.....	54
Cuadro 7. ANVA para diámetro de tallo del brote.....	58
Cuadro 8. Datos de correlación y significancia.....	61
Cuadro 9. Datos de regresion de las variables estudiadas.....	61
Cuadro 10. Análisis económico de la relación Beneficio/costo.....	64

## INDICE DE FIGURAS

	<b>Pag.</b>
<b>Figura 1. Mapa de ubicación del lugar de estudio.....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 2. Recolección del material vegetal.....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 3. Preparado de los diferentes tipos de esqueje.....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 4. Porcentaje de prendimiento con diferentes enraizadores.....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 5. Porcentaje de prendimiento de esquejes.....</b>	<b>40</b>
<b>Figura 6. Numero de brotes de los tres tipos de esquejes.....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 7. Nro de raíces emitidas por los tipos de esquejes de estevia.</b>	<b>48</b>
<b>Figura 8. Comp. de esquejes respecto a la longitud de raíces.....</b>	<b>52</b>
<b>Figura 9. Comp. de esquejes respecto a la altura de brote.....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 10. Comparación de esquejes respecto al diámetro del tallo.....</b>	<b>59</b>
<b>Figura 11. Análisis económico de la relación beneficio/costo.....</b>	<b>65</b>

## INDICE DE ANEXOS

	Pag.
Anexo 1. Croquis del Experimento.....	77
Anexo 2. Promedios de última medición de variables de respuesta..	78
Anexo 3. Datos del porcentaje de prendimiento a los 7 días.....	79
Anexo 4. Datos del porcentaje de prendimiento a los 14 días.....	79
Anexo 5. Datos del porcentaje de prendimiento a los 21 días.....	79
Anexo 6. Datos del porcentaje de prendimiento a los 28 días.....	80
Anexo 7. Datos del número de brotes a los 7 días.....	80
Anexo 8. Datos del número de brotes a los 14 días.....	80
Anexo 9. Datos del número de brotes a los 21 días.....	81
Anexo 10. Datos del número de brotes a los 28 días.....	81
Anexo 11. Datos de número de raíces emitidos por esqueje.....	81
Anexo 12. Datos de longitud de raíces emitidos por esqueje.....	82
Anexo 13. Datos de altura de brote.....	82
Anexo 14. Datos de diámetro de tallo de brote.....	82
Anexo 15. Relación Beneficio/costo para el tratamiento 1.....	83
Anexo 16. Relación Beneficio/costo para el tratamiento 2.....	84
Anexo 17. Relación Beneficio/costo para el tratamiento 3.....	85
Anexo 18. Relación Beneficio/costo para el tratamiento 4.....	86
Anexo 19. Relación Beneficio/costo para el tratamiento 5.....	87
Anexo 20. Relación Beneficio/costo para el tratamiento 6.....	88
Anexo 21. Relación Beneficio/costo para el tratamiento 7.....	89
Anexo 22. Relación Beneficio/costo para el tratamiento 8.....	90
Anexo 23. Relación Beneficio/costo para el tratamiento 9.....	91
Anexo 24. Resultado de análisis de suelo del vivero de ensayo.....	92

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Colonia de Miraflores Taipiplaya de la provincia Caranavi del Departamento de La Paz. Geográficamente se encuentra a 820 m.s.n.m. latitud Sud 16°38'15", Longitud Oeste 63°45'00", Temperatura promedio de 21°C, precipitación pluvial de 1612mm\*año<sup>-1</sup> y humedad relativa del 75.7% vientos variados, predominantes en dirección Norte a Sud.

Los objetivos fueron: Evaluar la aplicación de tres diferentes hormonas enraizantes en el prendimiento y desarrollo de esquejes subterminales, intermedios y basales de Estevia. Los específicos fueron: Evaluar las tres hormonas enraizadoras a través del prendimiento de esquejes de Estevia, Determinar el crecimiento de esquejes subterminales, intermedios y basales de Estevia hasta optimizar el periodo a trasplante definitivo, Realizar un análisis económico de la aplicación de los tres diferentes enraizadores.

Los factores de estudio fueron: a) Enraizadores (Rootone, Rothor, Rapid root), b) Esquejes (Subterminales, Intermedios y Basales).

El diseño experimental utilizado fue DCA con 9 tratamientos y 4 repeticiones, teniendo un total de 36 unidades experimentales, se analizaron las variables: Porcentaje de prendimiento, Numero de brotes por esqueje, Numero de raíces emitidas por esqueje, Longitud de raíces por esqueje, Altura del brote Diámetro del tallo del brote. Además se analizaron con una regresión y correlación todas las variables, para ver si existía dependencia entre las variables.

El tratamiento 6 (Rootone x Basal) fue superior en todas las variables estudiadas, seguido del tratamiento 5, 9 y 3, son los tratamientos que mejor resultado obtuvieron. Los tratamientos 1, 2, 4, 7, 8, se encuentran por debajo del resto de los tratamientos mencionados.

En cuanto al análisis económico el tratamiento 6, obtiene un mejor beneficio / costo con 4.49, y es el mas recomendable.

## ABSTRACT

This research work was carried out in the Colony of Miraflores Caranavi Taipiplaya of the Department of La Paz. Geographically located at 820 m.s.n.m. south latitude  $16^{\circ} 38'15''$  West Longitude  $63^{\circ} 45'00''$  average temperature of  $21^{\circ} \text{C}$ , rainfall of 1612mm \* year-1 and 75.7% relative humidity varied winds, prevalent in North direction Sud.

The objectives were to evaluate the application of three different rooting hormones in the ignition and development of subterminal cuttings, intermediate and basal Stevia. The specifics were to evaluate the three hormones through the arrest rooted cuttings Stevia, determine the growth of subterminal cuttings, intermediate and basal Stevia to optimize the final transplant period, Perform an economic analysis of the implementation of three different rooting.

The study factors were: a) rooting (Rootone, Rothor, Rapid root), b) Cuttings (subterminal, intermediate and basal).

The experimental design was DCA with 9 treatments and 4 repetitions, with a total of 36 experimental units were analyzed variables: Percentage of seizure, number of shoots per cutting, number of roots emitted from cuttings, roots per cutting length, height Diameter of the stem the outbreak of the outbreak. Were also analyzed with regression and correlation all variables to see whether there was dependency between variables.

Treatment 6 (Rootone x Basal) was higher in all the variables studied, followed by treatment 5, 9 and 3, are the treatments that best results were obtained. Treatments 1, 2, 4, 7, 8, are below the rest of the treatments discussed.

As for the economic analysis treatment 6, you get a better benefit / cost ratio with 4.49, and is the most advisable.

## **I. INTRODUCCION**

La Estevia es una planta originaria del Norte de Paraguay y mas específicamente de las montañas de Mharacayu y Amanbay y limítrofe con Brasil en el estado de Mato Grosso do Sul, es una planta herbácea perenne, donde el principal producto de esta planta es la hoja por el contenido de esteviosido que es 300 veces mas dulce que la sacarosa, y la hoja entera seca es 15 veces más dulce que el azúcar común y tiene propiedades extremadamente favorables para la salud humana.

La FAO y otros organismos internacionales desde junio del 2004 presentaron a la estevia como un producto seguro<sup>00</sup> para el consumo humano. La hoja de la estevia en América del sur contiene en promedio de 8 a 12% de esteviosido. Diversos estudios aseguran que es apto para diabéticos, ya que regula los niveles de glucosa en la sangre, también muestran que es una planta antibacteriana bucal, digestiva, diurética, con efectos beneficiosos en la absorción de la grasa y a presión arterial, entre otros beneficios.

Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural de Bolivia (1997), en la actualidad en nuestro país el cultivo de la Estevia se va difundiendo de manera lenta por ser un producto agrícola nuevo en Bolivia y sin mucho apoyo. Para el amplio establecimiento del mismo se debe realizar investigaciones bastante amplias, tanto en el mejoramiento de la especie como en el manejo del cultivo, así como la adecuación de políticas agrícolas consistentes.

En nuestro país la producción de la estevia es una actividad nueva. Sin embargo teniendo en cuenta el potencial de recursos naturales con lo que cuenta nuestro país y la existencia de condiciones medioambientales favorables para el cultivo, producción e industrialización, la estevia llegaría a convertirse en una importancia económica, social, política y ambiental, dar valor agregado al producto, crear nuevos empleos, aumentar los ingresos de los productores y generar productos saludables.

De acuerdo con los estudios, levantamientos y entrevistas realizadas, las plantaciones de Estevia actualmente llevados a cabo en los yungas de La Paz, estas

se encuentran establecidos en pequeñas áreas, cuya producción de hojas secas es comercializada en el mercado interno, el cual es muy pequeño para este producto, y se destina principalmente al consumo de Té.

Actualmente existen parcelas de agricultura familiar que se han identificado en Caranavi (Alcoche, Santa Fe), la Asunta (Agua Clara) y Coroico (Cruz Loma). De igual manera existen parcelas demostrativas de adaptabilidad y desarrollo en Caranavi (Taipiplaya, Uyunense y Coaine) que están siendo fomentadas por FECAFEB (Síntesis de Informe Técnico, 2002).

La multiplicación de la estevia por semilla presenta alta variabilidad genética y fenotipo, además tiene un bajo porcentaje de germinación (40-45%) en semillas, en consecuencia la reproducción de plantines por vía asexual es una buena alternativa.

### **1.1. Objetivo general**

- Evaluar la aplicación de tres diferentes hormonas enraizantes en el prendimiento y desarrollo de esquejes subterminales, intermedios y basales de Estevia, en Taipiplaya Caranavi.

### **1.2. Objetivo específico**

- Evaluar tres hormonas enraizadoras a través del prendimiento de esquejes de Estevia.
- Determinar el crecimiento de esquejes subterminales, intermedios y basales de Estevia hasta optimizar el periodo a transplante definitivo.
- Realizar un análisis económico parcial de la aplicación de los tres diferentes enraizadores.

## **2. REVISION BIBLIOGRAFICA**

### **2.1. Generalidades sobre el cultivo de la Estevia**

La producción en Bolivia de la Estevia es una actividad nueva. Sin embargo, se debe desarrollar la producción, aprovechando el potencial de recursos naturales y la existencia de condiciones medioambientales del país, favorables para el cultivo, producción e industrialización de la Estevia (Dirección Nacional de Agroindustria, 1997).

Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural de Bolivia (1997), el cultivo de la Estevia fue difundida en los Yungas del Departamento de La Paz, por la Fundación Bolivia Exporta a partir del año 1993, El objetivo de esta fundación fue de evaluar posibilidades técnicas – económicas de la producción de Estevia, coordinar e intercambiar asistencia técnica a los productores y establecer un sistema de comercialización eficiente y permanente que permita garantizar la rentabilidad de este cultivo.

Durante las visitas realizadas por el Dr. Tetsuya Sumida, a la mayoría de las parcelas existentes en las diferentes zonas cultivadas con Estevia se concluyó que en Bolivia existen regiones donde la Estevia se desarrolla muy bien, especialmente en condiciones favorables a alturas de 1000 a 3000 msnm (Dirección Nacional de Agroindustria, 1997).

### **2.2. Origen**

El Ministerio de agricultura y ganadería (2006), manifiesta que en el año 1887 se obtuvo la primera referencia de la planta conocida con el nombre de Ka' ah' ee denominación en idioma Guaraní que significa en español hierba dulce, la noticia llegó al naturista Dr. Moisés Santiago Bertoni, quien fue el primero en investigar sus propiedades y aplicaciones.

El mismo menciona que en el año 1905, Moisés Santiago Bertoni describió botánicamente a la Estevia y la clasificó como *Stevia rebaudiana* en honor al químico

Paraguay Ovidio Rebaudi quien aisló por primera vez el componente dulce de las hojas, que la denominó Steviosido.

### **2.3. Importancia económica**

A partir del primer año del cultivo, el costo de mantenimiento y explotación corresponde al 20% del valor de la producción final, siendo el beneficio neto los 80% restantes. Se considera para eso una producción media anual de 2.5 toneladas de hoja seca/ha/año, al costo de comercialización de \$us 2.5 kg, lo que conduce a la obtención de una utilidad bruta de \$us 6250.00 (Síntesis de Informe Técnico, 2002).

El mismo menciona que la comercialización de semilla y plantines también va a constituirse en buen soporte para la elevación de la utilidad bruta de los productos desde las parcelas. Como hoja seca de estevia el precio internacional fluctúa entre \$us 1.50 hasta 3.5 \$us de acuerdo a la calidad, porcentaje de Esteviosido, limpieza.

#### **Mercado Internacional:**

En términos de mercado externo para la comercialización de productos de la estevia, aquellos con demanda actual son: Brasil, Paraguay, Argentina, Chile, Uruguay y Estados Unidos (Síntesis de Informe Técnico, 2002).

El Japón es el principal país productor y consumidor a nivel mundial con un mercado no satisfecho, otros países como Brasil y Paraguay también son productores y a la vez consumidores; mientras que la China es un excelente mercado actual y potencial en conjunto con otros países asiáticos como Korea, Taiwán, Malasia, Tailandia e Indonesia, además de la India (Felipe, 1982).

#### **Mercado Nacional:**

En el mercado interno de Bolivia se desconoce este producto y su aplicación como su uso: cultivándose a nivel familiar en las regiones del Chapare (Cochabamba), Chimore (Santa Cruz), los Yungas y la provincia de Inquisivi de La Paz.

En términos generales se dice que el mercado interno o nacional para el consumo de esteviosido/rebaudiosido es muy pequeño o no existe, la manera más común de comercializar la Estevia es en forma de té de hojas secas. Considerando que el cultivo de Estevia especialmente las hojas secas son materia prima de exportación (Fundación Bolivia Exporta, 1992).

#### **2.4. Características del esteviosido**

Ministerio de agricultura y ganadería (2006), menciona que en 1931 Bridel y Vieille, químicos Franceses cristalizaron una sustancia blanca de la hoja de Estevia con 6% de rendimiento y 300 veces más dulce que la sacarosa y la denominaron esteviosido que al ser hidrolizado resulta esteviol.

En Japón el esteviosido esta permitido como edulcorante de alimentos y es ampliamente usado, en rechazo del azúcar por motivos de salud, obesidad , diabetes y las sospechas del consumidor hacia los edulcorantes sintéticos ha beneficiado a la estevia, su sabor es mas parecido al azúcar que otras sustancias obtenidas de otras plantas (Felipe, 1982).

#### **2.5. Propiedades e Importancia**

Según Fortuna Stevia del Paraguay (1989), se tiene las siguientes propiedades e importancia de la estevia.

- **Ideal para los diabéticos**, ya que regula los niveles de glucosa en la sangre. En algunos países incluso se utiliza como tratamiento para mejorar la diabetes ya que parece regular los niveles de insulina.
- **Muy aconsejable para perder peso**, ya que reduce la ansiedad por la comida y al regular la insulina el cuerpo almacena menos grasas.

- **Regula la presión arterial**, la estevia tiene propiedades para el control de la presión arterial, como un efecto vasodilatador, diurético y cardiotónico, es decir, regula presión y los latidos del corazón.
- **Mejora las funciones gastrointestinales**, contrarresta la acidez, la fatiga, facilita la digestión y las funciones gastrointestinales, por que regula los niveles de glucosa en la sangre, nutre el hígado, el páncreas y el bazo.
- **Es desintoxicante**, ya que al actuar en el hígado y páncreas desintoxica la sangre y expulsa las toxinas.
- **Retarda la aparición de la placa de caries**, se usa también para hacer enjuagues bucales y como componente de la pasta de diente, se puede añadir una gotita a la pasta de diente.
- **Se aplica como mascarilla facial**, produce un estiramiento y suavidad efectiva de la piel, tensa las arrugas y ayuda en la cura de varios problemas de la piel, entre ellos, el acné, la seborrea y la dermatitis.

## 2.6. Clasificación taxonómica

Cronquis (1981), clasifica a la estevia de la siguiente manera: Orden Asterales; Familia Asteraceae; Genero Estevia; Especie *Stevia rebaudiana Bert.*; Nombre Vulgar Estevia, Ka'ahe'e y otros.

## 2.7. Botánica y morfología

La planta es perenne ya que aun con propósitos comerciales puede durar de 5 a 6 años, cuyo sistema radicular es filiforme cilíndrica al inicio de su desarrollo con abundante cepa, después del primer corte y se convierte en fasciculado. El tallo es anual, sub leñoso mas o menos pubescente, con tendencia a inclinarse, es mas o menos ramificado, durante su desarrollo inicial no posee ramificaciones. La hoja es el órgano con mayor contenido de edulcorante, de color verde claro a oscuro, existe

variación tanto en forma, tamaño y espesor, las formas de las hojas son lanceoladas elípticas u ovaladas cuyo borde es dentado festonado o aserrado. La Estevia presenta flor hermafrodita de pocas apariencias dispuestas en pequeños capítulos terminales o axilares, agrupadas en panículas carimbosas, entre 2 a 6 flores de 5 mm de longitud por inflorescencia. El fruto es un aquenio, alargado delgado de 2 a 3 mm de color moreno pardo oscuro coronado por pelos persistentes mas claros (plumosos en forma de paracaídas) de 2 a 5 mm, lo que facilita la dispersión por el viento. Berthona (1986).

## **2.8. Plagas y enfermedades**

Según síntesis de Informe Técnico (2002), menciona que el cultivo de Estevia puede ser afectado por las plagas y enfermedades que afectan su rendimiento y la calidad de la hoja, siendo las más frecuentes las que se describen a continuación:

**Seda blanca,** Causada por el hongo *Sclerotium rolfsii*. Este hongo ataca a las plantas adultas y puede causar alta mortandad en el lugar definitivo. Produce mancha algodonosa alrededor del cuello de la planta. El hongo sobrevive en el suelo por mucho tiempo por lo tanto el control debe estar orientado a una prevención. La transmisión se da por heridas causadas por insectos, implementos agrícolas y por ataques de nemátodos.

**Mal de talluelo,** Los agentes causales son: *Fusarium spp*, *Phytium spp*, *Phytophthora spp*, *Rhizoctonia solanani Jun*, *Sclerotium rolfsii Sacc*.

Los síntomas principales son fallas en la emergencia o marchitamiento, decoloración, vuelco y finalmente muerte de las plantitas, debido a la pudrición fungicida al nivel del área del cuello de las mismas. Se manifiesta por manchones es una o varias partes de la almaciga. Los factores predisponentes son, suelos mal tratados o que se hayan contaminado y se prevalece condiciones de humedad y sombra excesiva.

**Podredumbre del cuello,** El agente causal es, *Sclerotinia sclerotium* (Lib) de Bary, ataca a las plantas en dos fases distintas en almacigas causando la pudrición

violáceo de los plantines y en plantas adultas afectando la base del tallo y las hojas inferiores dando lugar tanto a la pudrición del cuello como a la formación de esclerocios negros de varios tamaños.

**Mancha negra o alternariosis,** Tiene como agente causal al hongo *Alternaria steviae*, Presenta manchas más grandes que las provocadas por la *Septoria* que empiezan a desarrollarse en el margen de las hojas y llegan a afectar el tallo y los órganos florales. Cuando entra en esta última etapa se produce la caída de las hojas, principalmente de las inferiores.

**Medidas de control de las enfermedades,** El control de las enfermedades de la Estevia se deberá iniciar con el correcto tratamiento del suelo de la almaciga y con la utilización de agua limpia para el riego. Desde el inicio del desarrollo de los brotes se deberá llevar acabo tratamientos preventivos semanales para preservarlas del ataque de las enfermedades citadas anteriormente, son convenientes las pulverizaciones con Mancozeb y Oxicloruro de Cobre, que son fungicidas de contacto, alternando con Propiconazole, Carbendazim o el Benomyl de acción sistemática.

Cabe citar que se deberá escoger para su plantación una parcela de terreno no utilizada en el año anterior con algún cultivo susceptible a las mismas enfermedades que afectan a la estevia tales como el tomate, girasol; el tratamiento químico hacerlo en base a productos cúpricos tal como el caldo bórdeles.

**Plagas,** Actualmente no existen ácaros o insectos que produzcan daño económico que ameriten denominarlos plagas del cultivo y que requieren un control sistematizado. Sin embargo se recomienda inspeccionar constantemente las parcelas, donde generalmente se presentan: comedores de hojas, siendo las más importantes al pulgón (*Aphidae*), cigarrita (*Cicadellidae*); pulga saltona (*Curculionidae*); grillo (*Acetta*); hormiga (*Formicidae*), mosca blanca, afectan el rendimiento, por lo que se recomienda tomar medidas preventivas (Soejarto, 1983).

## **2.9. Condiciones ambientales durante el enraizamiento**

La estevia es un cultivo donde naturalmente crece en clima tropical y sub tropical semi húmedos con precipitación de 1400 – 1800 mm con distribución regular durante todo el año, con preferencia por altitudes entre 300 y 1800 msnm, días cortos, humedad, luminosidad, temperatura fría, principalmente por la noche y suelos arenosos, bien drenados (De Vargas, 1980).

**Temperatura,** Las temperaturas ideales de la cama de estacas es de 21 – 27° C diurnas y de 15° C nocturnas, para la mayoría de las especies. Se debe evitar una alta temperatura del aire por que favorecen desarrollo de yemas antes que raíces y aumentan transpiración. Es preferible una pequeña diferencia de temperatura a favor de la base (Rojas y Ramírez, 1993).

**Suelo,** Casme (1989), afirma que a pesar de que la estevia es del tipo rustico y se adapta a cualquier tipo de suelo, para una producción intensiva, se hace necesario una corrección de suelo al nivel de pH = 6 acompañado de materia orgánica y una aireación que facilite la permeabilidad y penetración de las raíces, las plantaciones pueden ser efectuadas en áreas planas o terrazas.

**Luz,** En el enraizamiento de estacas con hojas, la intensidad y duración de la luz deben ser suficientes para producir CHO en exceso de los usados en la respiración (Rojas y Ramírez, 1993).

**Fotoperiodo,** La Stevia rebaudiana Bertoni es una planta de fotoperiodo corto, cuyo limite de horas luz es de alrededor de 12 horas. Para que el cultivo económicamente sea ventajoso, es recomendable que tenga el periodo de crecimiento vegetativo más prolongado posible, puesto que de esta manera el rendimiento de hojas será mayor (Vallejos, 2004).

## **2.10. Propagación**

Fortuna Stevia del Paraguay (1989), menciona que la Estevia se puede propagar por semilla, división o separación de sepas, por hijuelos y esquejes o estacas.

### **Propagación por semilla:**

Casme (1989), indica que la polinización es cruzada, gran parte de los aquenios son estériles livianos fácilmente llevados por el viento, la planta florece varias veces al año siendo los meses principales noviembre, marzo y agosto.

La longevidad de los aquenios es corta y a los cuatro meses la capacidad de germinación se reduce en 40 – 70% después de 8 meses prácticamente no germinan. Hay que recordar que normalmente en semilla fresca seleccionando únicamente los aquenios oscuros, la germinación no es superior a un 60%.

### **División o separación de Cepas:**

Según Casme (1989), consiste en la separación de tallos que contienen sus propias raíces, así que al dividirse puede producir fácilmente una planta, el mismo menciona que esta propagación tiene la desventaja de que hay que mantener un plantel madre para este propósito.

La Estevia puede propagarse por división o separación de cepas o macollos este método es usado para pequeñas siembras ya que el material obtenido es bastante limitado (Fugita, 1979).

### **Hijuelos:**

Casme (1989), indica que la separación de brotes cuando aun están pequeños, los que se pasan a un vivero a distancias cortas para darles oportunidad de desarrollar, luego pasan directamente a campo, Este método se usa cuando el material esta bastante limitado.

### **Propagación por esquejes o estacas:**

Shock (1982), menciona que la propagación asexual consiste en la reproducción de individuos a partir de porciones vegetativas de las plantas y es posible porque en muchas de éstas los órganos vegetativos tienen capacidad de formar nuevas raíces y las plantas de raíz pueden regenerar un nuevo tallo. Es la más recomendada para este cultivo, pues se obtendrá una plantación uniforme con exactas características de las plantas madre.

El mismo autor menciona que este método es de factibilidad económica, debido a que estos brotes nuevos después de un corte arraigan y producen mejores plantas que alcanzan de 5 – 8 cm, los brotes se tratan con una hormona enraizadora, los esquejes producen suficientes raíces en un periodo de 4 semanas y luego se lleva a terreno definitivo.

Hartmann y Kester (1998), mencionan, que la reproducción asexual, consiste en la reproducción empleando partes vegetativas de la planta original, es posible por que cada célula de la planta contiene la información genética necesaria para generar la planta entera.

### **2.11. Ventajas de la propagación vegetativa**

Enríquez y Paredes (1989), mencionan que la propagación o multiplicación vegetativa ofrece las siguientes ventajas:

- Se conservan íntegramente las características de la planta madre.
- Perpetua los caracteres genéticos de las variedades en cuanto a su capacidad productiva, calidad y a su resistencia a plagas y enfermedades.
- Las características del árbol madre pueden multiplicarse las veces que se desee para obtener plantaciones uniformes.

De unas cuantas plantas madres es posible iniciar muchas nuevas plantas en un espacio limitado y no requiere de técnicas especiales de injerto. Se obtiene una

uniformidad. La planta madre por lo general se reproduce exactamente sin cambio genético (Hartmann y Kester, 1998).

### **2.12. Desventajas de la propagación vegetativa**

Según, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (2006), menciona las siguientes desventajas:

- Si ocurre un cambio drástico en las condiciones ambientales, un clon, o una especie que se reproduce clonalmente, estará en desventaja, ya que tiene menos posibilidades de adaptación a las nuevas condiciones ambientales, que pueden afectar a todos los miembros del clon e incluso terminar con él.
- Otra desventaja significativa, es aparentemente la infección por virus. De hecho cualquier clon cultivado por cierto periodo es probable que se infeste, y su éxito depende de la capacidad que presente para tolerar al virus.

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

Hartmann y Kester (1998), mencionan algunas razones para emplear la propagación asexual, y son las siguientes:

- **Mantenimiento de clones**, la propagación vegetativa es asexual en cuanto a que involucran divisiones mitóticas de las células, que duplican el genotipo de la planta; esta duplicación genética se designa clonación y a la población de plantas descendientes se llama clones.
- **Homogeneidad genética**, en las plantas se perpetúan de esta manera características orgánicas deseables, tales como la calidad de frutos, rendimientos, resistencia a condiciones ambientales o enfermedades desfavorables.

- **Propagación de plantas sin semilla**, la propagación asexual es necesaria para mantener cultivos que no produzcan semillas viables.
- **Evitación de periodos juveniles prolongados**, las plantas que se cultivan a partir de semillas pasan por un periodo juvenil prolongado en el cual no ocurre floración.
- **Control de la forma de crecimiento**, durante el periodo juvenil las plantas originadas de semilla no solo no producen flores y frutos si no que a menudo muestran características morfológicas diferentes.

## **2.14. Hormonas**

El termino hormona empleado correctamente se aplica en exclusiva a los productores naturales de las plantas; sin embargo el termino regulador no se limita a los compuestos sintéticos si no que puede incluir también hormonas, puede aplicarse a cualquier material que pueda modificar los procesos fisiológicos de cualquier planta (Weaver, 1990).

### **Fitohormonas**

Son reguladores producidos por las mismas plantas que en bajas concentraciones regulan los procesos fisiológicos de aquellas. Regulador se define como compuestos orgánicos que en pequeñas cantidades, fomentan, inhiben o modifican cualquier proceso fisiológico vegetal (Weaver, 1990).

### **Función de las hormonas**

Según Rojas y Ramírez (1993), indica que el mecanismo de las hormonas es un estímulo que se percibe a través de una molécula llamada receptor o sensor, el cual se activa de alguna manera y actúa sobre una molécula llamada precursor.

Por acción del receptor activado, el precursor se transforma químicamente y entra en acción del receptor activado, el precursor se transforma químicamente y entra en

actividad transformando a su vez a otras moléculas o induciendo la síntesis de otras mas; con lo que la planta queda apta para realizar una acción fisiológica, estas nuevas moléculas se denominan intermediarios y esta es la función de las hormonas.

### **Acción fundamental de las hormonas**

Según Rojas y Ramírez (1993), influyen de manera importante, el transporte de nutrientes. En la planta hay sitios donde los nutrientes se elaboran en mayor cantidad a lo requerido, como las hojas (sitios llamado fuente), en cambio existen puntos donde se utilizan intensamente, sin que elaboren en cantidades suficientes como las raíces, flores, frutos en desarrollo (sitios llamados “demanda”).

Los mismos autores señalan, que las fitohormonas no actúan directamente a nivel del organismo sino de la célula, por ejemplo de la mitosis, el alargamiento celular, etc. Sus efectos se hacen sentir en todos los fenómenos fisiológicos que se basan en los fenómenos citológicos afectados.

### **2.15. Concepto general de los reguladores de crecimiento**

Las raíces que surgen después de la aplicación de reguladores de crecimiento vegetal son de origen similar a las producidas normalmente; no obstante, tanto las características de las raíces como su disposición en el tallo puede variar considerablemente. Las concentraciones altas de reguladores de crecimiento pueden producir anomalías en la formación de raíces y necrosis de los tejidos, (Hartmann y Kester, 1998),

El objetivo de tratar las estacas con reguladores de crecimiento es incrementar el prendimiento es decir el porcentaje de estacas que crecen vigorosamente en el vivero o el campo, los efectos favorables de este tratamiento son: a) estimulación de la iniciación de las raíces b) incremento del porcentaje de estacas que forman raíces c) aceleración del tiempo de enraizamiento (Weaver, 1990).

## **Características de los reguladores de crecimiento**

Hartmann y Kester (1998), mencionan que en las plantas, ciertas concentraciones de diversas sustancias de ocurrencia natural en ellas tienen propiedades semejantes a las hormonas, son más favorables que otras para la iniciación de raíces adventicias, se ha realizado estudios para poder determinar esas relaciones.

Para poder distinguir entre hormonas vegetales y reguladores de crecimiento. Varias clases de reguladores de crecimiento como las auxinas, citoquininas, y giberelinas, inhibidores (como el ácido abscísico y el etileno), influyen sobre la iniciación de raíces, de ellas la auxina es la que tiene mayor efecto sobre la formación de raíz en las estacas.

### **Las auxinas**

Hurtado et al. (1997), menciona que la auxina se encuentra en toda la planta, las más altas concentraciones se localizan en las regiones meristemáticas en crecimiento activo. Se le encuentra tanto como molécula libre o en formas conjugadas inactivas. Cuando se encuentran conjugadas, la auxina se encuentra metabólicamente unida a otros compuestos de bajo peso molecular. Este proceso parece ser reversible. La concentración de auxina libre en plantas varía de 1 a 100 mg/kg peso fresco.

Hartmann y Kester (1998), mencionan que intervienen en actividades de las plantas tan variados como el crecimiento de tallo, la formación de raíces, la inhibición de yemas laterales, la abscisión de hojas y frutos y en la actividad de las células del cambium.

Rodríguez (1991), define a las auxinas como sustancias químicas orgánicas, producidas naturalmente en las plantas que estimulan el crecimiento y otras funciones fisiológicas en un sitio alejado del lugar de producción y que actúa en concentraciones bajas.

El mismo autor menciona que el movimiento de las auxinas y de los cofactores del enraizamiento es también polar, movilizándose hacia la base, mientras que el de las citocininas es acropeto, desde la base hacia el ápice. La auxina estimula el enraizamiento y las citocininas a la brotación de las yemas. Así deben estar en un equilibrio para obtener los mejores resultados.

### **Auxinas naturales**

Las auxinas existen en forma natural en las plantas, son productos elaborados en el metabolismo vegetal. Los principales centros de síntesis de las auxinas son los tejidos apicales meristemáticos de los órganos aéreos tales como los brotes en eclosión, hojas jóvenes, pedúnculos en crecimiento, flores e inflorescencias y en pequeñas cantidades se sintetizan en los meristemos apicales de la raíz (Maldonado, 1990).

Los compuestos que tienen actividad auxínica son orgánicos, todos poseen hidrógeno y oxígeno en proporciones y disposiciones diferentes, algunos de ellos contienen, además nitrógeno y cloro, otros tienen estructuras simples, pero la mayoría son complejos. El IAA (ácido indolacético), es una de las principales auxinas que aparecen en las plantas superiores, el nivel de IAA en tejidos de plantas varía según la etapa de desarrollo vegetal (Weaver, 1990).

### **Mecanismos de acción**

Hartmann y Kester (1998), indican que la auxina inicia un mecanismo de acidificación (liberación de protones), en la membrana citoplasmática; con la disminución del pH se activan enzimas que hidrolizan los componentes de la pared celular y se suelta la pared; el potencial (debido a la presión) disminuye; entra agua, volumen celular aumenta; la célula crece; aun no está claro como se inicia la bomba de protones, también hay un efecto de la auxina sobre el metabolismo de ácidos nucleicos y proteínas.

## **Distribución**

Las máximas concentraciones de auxinas se encuentran en los ápices del tallo y de la raíz, en las yemas, en las hojas jóvenes y maduras en la punta del coleoptido, pero que las abandona para alcanzar las zonas de crecimiento del mismo órgano, ya que dichas zonas no poseen la facultad de producir tal sustancias, los brotes de otras especies sintetizan la auxina en una yema apical y ocasionalmente en los cotiledones (Hartmann y Kester, 1998).

Los mismos autores mencionan, que la auxina se sintetiza en grandes cantidades en un número reducido de centros localizados, pero circula a través de todos los tejidos de la planta. La auxina es utilizada o destruida durante el crecimiento, siendo necesaria reponerla incesantemente para que esta continuara.

## **Transporte**

Según Willarroel (1997), indica que las auxinas se dirige desde el ápice a la base pero no en sentido contrario, tanto en la raíz como en el tallo muchas de las respuestas y correlaciones del crecimiento realizado por la auxina depende precisamente de este carácter de su desplazamiento. A esto se debe que la auxina producida por la yema apical de una rama puede desplazarse y afectar el crecimiento de la misma.

El mismo autor menciona que una característica sorprendente de la auxina es la fuerte polaridad exhibida en su transporte a través de la planta. La auxina es transportada por medio de un mecanismo dependiente de energía, alejándose en forma basipétala desde el punto apical de la planta hacia su base. Este flujo de auxina reprime el desarrollo de brotes axilares laterales a lo largo del tallo, manteniendo de esta forma la dominancia apical.

## **Efecto de las auxinas en el enraizamiento de esquejes**

La acción de la auxina en el crecimiento de las raíces es parecida a su acción sobre los tallos, con la salvedad de que la concentración de auxina en el crecimiento del

tallo actúa como estimuladora, mientras para el crecimiento de raíz es inhibidora (Rodríguez, 1991).

Bidwel (1979), menciona que el principal efecto auxínico es la estimulación del alargamiento celular o su depresión según la concentración del producto. Este fue el síntoma que más llamó la atención a los primeros investigadores y ha sido bien establecido para las auxinas usadas como herbicidas.

Según Rojas y Ramírez (1993), indica que las auxinas, en interacción con las hormonas, ejercen un efecto característico sobre la diferenciación celular, promoviendo la formación de órganos adventicios. Se dice que promueven además una diferenciación celular retornando las células a una fisiología de meristemo, tomando diversos caminos de diferenciación.

#### **2.16. Utilización de reguladores de crecimiento en el enraizamiento**

Hartmann y Kester (1998), mencionan que aplicando las estacas, con fitohormonas, se aumenta el porcentaje de prendimiento (esquejes que formen raíces), acelerando la formación de las mismas, aumentando el número y la calidad de las raíces formadas en cada esqueje, con una uniformidad del enraizado.

Weaver (1990), afirma que la mejor fitohormona estimuladora para el enraizamiento es la auxina IBA (ácido indolbutírico). Tiene una actividad auxínica débil y lenta, se desplaza muy poco, deteniéndose cerca del sitio de aplicación, el IBA produce un sistema radicular fuerte y fibroso. Los reguladores que se desplazan con dificultad pueden causar efectos indeseables en el crecimiento de los esquejes tratados.

#### **2.17. Fisiología del enraizamiento**

Hartmann y Kester (1998), mencionan que la capacidad para generar la estructura entera de la planta es una propiedad que poseen esencialmente todas las células vegetales vivientes. Dicha capacidad depende de dos características fundamentales: uno es la totipotencia, que significa que cada célula vegetal viviente contiene la

información genética necesaria para reconstruir todas las partes de una planta. La segunda es la diferenciación o sea la capacidad de las células madres de volver a una condición meristemática y desarrollar un punto de crecimiento nuevo.

Los mismos autores indican que las raíces adventicias son de dos tipos; raíces preformadas y raíces de lesión. Las primeras se desarrollan naturalmente en los tallos o ramas cuando se lo hace una lesión en el tallo, las células vivientes que están en la superficie cortadas son lesionadas, quedando expuestas las células muertas y conductoras del xilema.

### **Proceso de cicatrización y regeneración de las células**

Según Rojas y Ramírez (1993), el proceso subsecuente de cicatrización y regeneración ocurre en tres pasos:

- al morir las células externas lesionadas, se forma una placa necrótica que sella la herida con un material suberoso (suberina), tapa el xilema con goma. Esta placa protege las superficies cortadas de la desecación.
- después de unos cuantos días, las células que están detrás de esa placa empiezan a dividirse y se puede formar una capa de células de parénquima (callo).
- en ciertas células próximas al cambium vascular y al floema, se empiezan a iniciar raíces adventicias.

### **Cambios anatómicos durante el enraizamiento**

Los cambios anatómicos que pueden observarse en el tallo durante la iniciación de las raíces pueden dividirse en cuatro etapas según Hartmann y Kester (1998).

- No diferenciación de células maduras específicas.

- Formación inicial de raíz en ciertas células cercanas a los haces vasculares, las cuales se han vuelto meristemáticas.
- Desarrollo subsecuente de las raíces iniciales en primordios de raíces organizados.
- Desarrollo y emergencia de los primordios radicales hacia fuera a través del tejido de tallo, mas la formación de conexiones vasculares entre los primordios radicales y los tejidos conductores de la propia estaca.

En plantas herbáceas, las raíces adventicias se originan justamente fuera y dentro de los haces vasculares, el primer fenómeno que se advierte al producirse una raíz adventicia es una división radial intensa de las células de los haces vasculares en los tallos jóvenes herbáceos, en algunos puntos del periciclo alrededor del cilindro central (Rojas y Ramírez, 1993).

## **2.18. Técnicas de aplicación de reguladores de crecimiento**

Según Weaver (1990), menciona los siguientes métodos:

### **Método de inmersión rápida**

En este método los extremos basales de las estacas se sumergen aproximadamente 5 segundos en una solución concentrada (500 – 1000 ppm) del producto químico en alcohol. Puede absorberse a través del tejido intacto, cicatrices de las hojas, heridas o cortes en los extremos apical o basal de las estacas, luego las estacas se colocan inmediatamente en el medio de enraizamiento.

### **Método de remojo prolongado**

Las concentraciones utilizadas varían desde 20 ppm en las especies de enraizamiento fácil, hasta 200 ppm en las especies de enraizamiento mas difícil, las estacas, solamente una pulgada basal se remojan en la solución durante 24 hrs en un lugar sombreado y a temperatura ambiente, colocándolos inmediatamente en el medio de enraizamiento.

### **Método de espolvoreado**

En este método la base de los esquejes se trata con una hormona de crecimiento mezclada en un portador (polvo fino inerte que puede ser arcilla o talco). Deben utilizarse aproximadamente mayor a 200 ppm de la hormona de crecimiento. Se emplea dos métodos principales para preparar la mezcla de tratamiento. Uno de ellos es moler los cristales de auxina a fin de formar un polvo fino y a continuación mezclar ese polvo con el portador.

### **2.19. Condiciones ambientales durante el enraizamiento**

Según Hartmann y Kester (1998), indican que para el enraizamiento de estacas de la mayoría de las especies son satisfactorias temperaturas diurnas de unos 21 - 27° C con temperaturas nocturnas de 15° C, aunque ciertas especies enraízan mejor a temperaturas mas bajas.

Los mismos autores aseguran que la presencia de hojas en los esquejes es una fuente de estímulo para la iniciación de raíces, sin embargo, la pérdida de agua a través de ellas puede reducir el contenido de agua en los esquejes, hasta que ocasione su muerte antes de la formación de raíces.

Bidwell (1979), menciona que en todos los tipos de crecimiento de las plantas, la luz es importante, pues es la fuente de energía en la fotosíntesis. En el enraizamiento de esquejes con las hojas, los productos de la fotosíntesis son importantes para la iniciación en el crecimiento de las raíces. La intensidad y la duración de la luz deben ser de magnitud suficiente para que se produzca carbohidratos.

### **2.20. Sustratos para el enraizamiento**

Este debe permitir una buena aireación y un buen drenaje y proporcionar el agua suficiente para mantener una buena turgencia de los tejidos. Durante mucho tiempo se ha utilizado la arena además de otros medios formados de partículas porosas como la cascarilla de arroz, aserrín de madera descompuesta y otros que son capaces de dar mejores resultados (Villachica, 2006).

## **Función del medio de enraizamiento**

Según Rojas y Ramírez (1993), mencionan que el medio de enraizamiento tiene tres funciones:

- Mantener las estacas en su lugar durante el periodo de enraizamiento
- Proporcionar humedad a las estacas
- Permitir la penetración del aire a la base de las estacas.

**Tierra**, Es el componente básico que de acuerdo a las características puede variar en el contenido nutritivo y las condiciones de drenaje mediante el agregado de otros componentes (Hernández, 1983).

**Arena**, Bongcam (2003), indica que la arena es el componente que se utiliza para mejorar la tierra a fin de evitar el endurecimiento del sustrato, facilitar el crecimiento de las raíces y favorecer la filtración del agua. La arena de río cernida lavada y desinfectada es un buen sustrato y permite controlar eficientemente el ataque de hongos el inconveniente es que las plantas no pueden permanecer por mucho tiempo en el almacigo, ya que la arena carece de reservas para nutrir a las plantas.

**Turba**, La turba se forma con restos de vegetación acuática, que se han preservado bajo el agua en un estado de descomposición. Este tipo de turba es variable en su composición y color. Su pH varía alrededor de 4 a 7,5 y su capacidad de retención de humedad es de 120 veces su peso seco (Hartmann y Kester, 1998).

**Chala de arroz**, Bongcam (2003), menciona que la chala de arroz, es como un componente que mejora las características físicas del suelo, facilitando la aireación, humedad y nutrientes, incrementa la actividad de los microorganismos, estimula el desarrollo de las raíces. Es una fuente rica de Sílice que hace que los vegetales sean resistentes al ataque de los insectos y microorganismos, a lo largo se convierten en una fuente de humus por su alto contenido de Lignina. Como ceniza aporta Fósforo y Potasio corrige la acidez del suelo.

### **3. LOCALIZACIÓN**

#### **3.1. Ubicación geográfica**

El estudio de “El efecto de la aplicación de diferentes enraizadores en el desarrollo de esquejes subterminales, intermedios y basales de estevia (*stevia rebaudiana B.*)”, se realizó en la Colonia de Miraflores del Cantón Taipiplaya de la provincia Caranavi del Departamento de La Paz, se encuentra a 35 km de la provincia de Caranavi y a 167 km de la ciudad de La Paz.

El principal acceso al cantón Taipiplaya se realiza desde la provincia Caranavi, al cual se accede desde la ciudad de La Paz, por transporte interprovincial todos los días. De Caranavi a Taipiplaya se llega mediante el servicio de Taxis. El viaje desde La Paz a la provincia Caranavi es de 5 – 6 horas y de la provincia Caranavi al cantón Taipiplaya se tarda 45 min y del cantón Taipiplaya a la Colonia Miraflores un tiempo de 20 min (PDA de Taipiplaya, 1998).

#### **3.2. Características climáticas**

El Cantón de Taipiplaya geográficamente se encuentra a 820 msnm. Latitud Sud 16°38'15", Longitud Oeste 63°45'00", tiene una superficie aproximada de 80 km<sup>2</sup>, temperatura promedio de 21° C, precipitación pluvial de 1612 mm\*año<sup>-1</sup>, una humedad relativa del 75.7%, vientos variados predominantes en dirección Norte a Sud (Conoce Caranavi, 2004).

#### **3.3. Características ecológicas**

La descripción ecológica que se presenta se basa en la memoria explicativa del mapa Ecológico de Bolivia (Holdridge 1982, citado por Vallejos 2004), según el mismo la zona de trabajo corresponde a la región subtropical de tierras y valles, el cual se caracteriza por el predominio de áreas de climas muy húmedos hasta pluviales, combinados con suelos de fuerte relieve, sometidos a procesos de remoción en masa y en consecuencia muy erosionables.

## **Suelos**

Los suelos generalmente son de origen coluvial aunque en pequeña escala existen suelos aluviales a lo largo de los ríos, en estudios realizados se reportaron suelos poco profundos y muy pedregosos, su estructura es muy compleja. El dosel varia entre 15 – 25 m, la textura que presenta el suelo a un rango de 20 a 30 cm, en su generalidad es franco con algunas pequeñas variaciones (PDA de Taiplaya, 1998).

## **Topografía predominante**

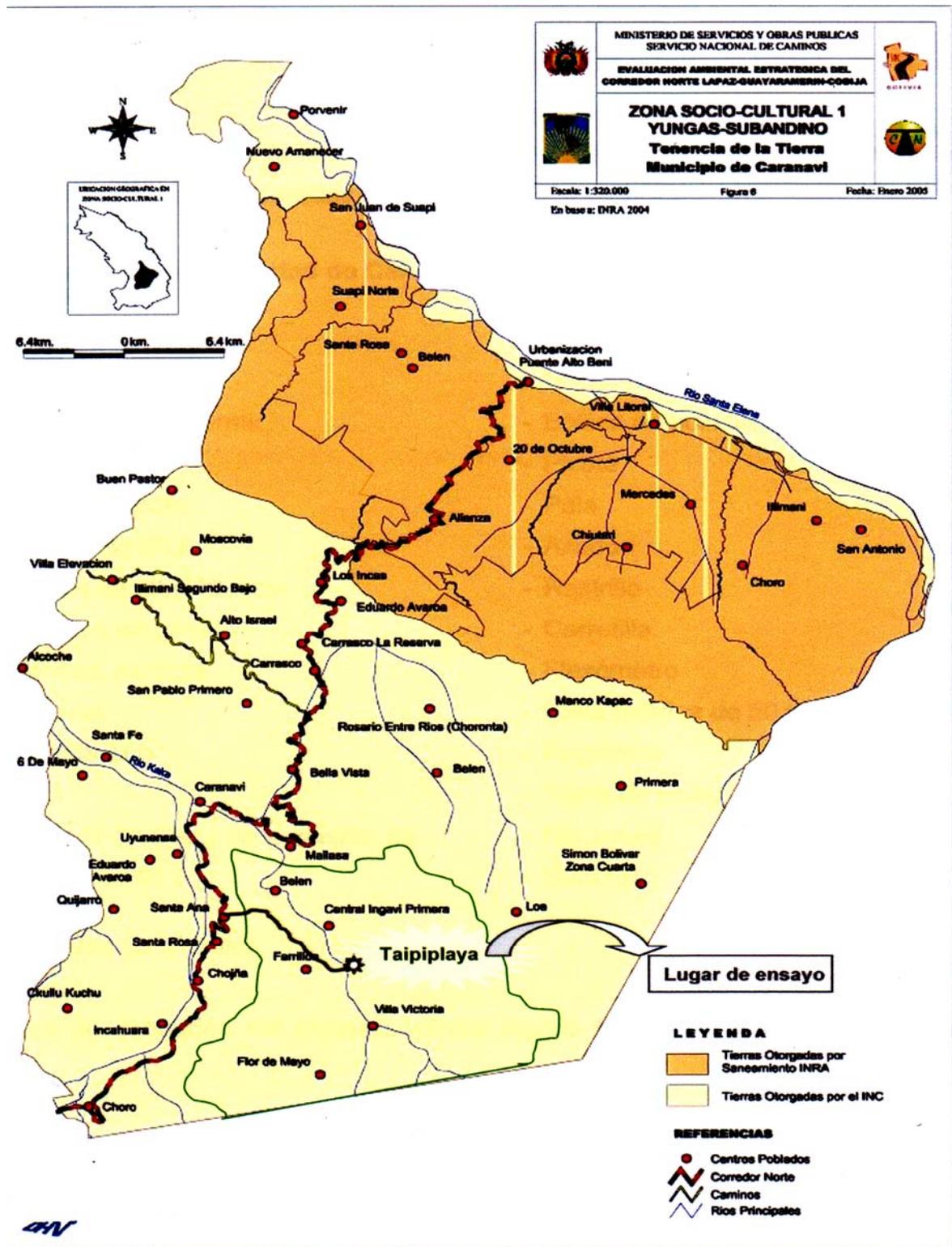
El cantón Taiplaya presenta terrenos poco accidentados (31.1%), ligeramente accidentados (29.4%) terrazas naturales (25.5%), terrenos accidentados (11.4%) y terrenos erosionados en un 2.4% con pendiente promedio de 20.87% con máximas de 31.67% y mínimas de 12.4%, la altura promedio de la zona es de 1159 msnm (PDA de Taiplaya, 1998).

## **Biodiversidad**

El Cantón Taiplaya tiene como vegetación predominante: Caña hueca, Ambaibo, Chillca, Siquile y Toco Toco. En el poco bosque secundario existente en la zona se encuentran aisladas especies maderables que son aprovechados por los agricultores que tienen la suerte de poseer en sus lotes, estos árboles son: Laurel (*Ocotea sp*), Cedro (*Cedería tubiflora*), Sangre de toro (*Virola sobifera*), Ajo Ajo (*Cordia glabrata*), Ajipa (*Qualca sp.*) (Lizarro, 1997).

### **3.4. Características agrícolas de la zona**

Los cultivos permanentes de mayor importancia en el cantón de Taiplaya y en la Colonia de Miraflores son los siguientes: Mandarina (*Citrus deliciosa*), Lima (*Citrus limeta*), Naranja (*Citrus aurantium*), Papaya (*Carica papaya*), Mango (*Manguifera indica*), Banano (*Musa caminata*), Plátano (*Musa balbisinia*), Palta (*Persea americana*), Café (*Coffia arábica*), Maíz (*Zea mays*), Coca (*Erytrixukyn coca*), entre los más sobresalientes cultivos de la zona. (Lizarro, 1997).



Fuente: INE; MSOP; SNC, 2006

Figura 1. Mapa de ubicación del lugar de estudio

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. Material vegetal

El ensayo se realizó con esquejes de estevia, recolectadas de las localidades de Santa fe, Alcoche y Caranavi, de plantas madres libres de plagas y enfermedades, con buenas características, como la altura de planta, número de brotes laterales, forma de las hojas y se tomó en cuenta que las plantas no sean mayores a un año. En la Figura 2, se observa la recolección del material vegetal.



**Figura 2. Recolección del material vegetal**

### **Preparación del material vegetal**

Se prepararon los diferentes tipos de esquejes: subterminales, intermedios, y basales de la planta madre, con cortes de 1 cm por debajo de la yema y 7 – 10 cm en la parte

superior, con un numero de nudos por esqueje que varía de 4 - 6 yemas. Como se observa en la Figura 3.



**Figura 3. Preparado de los diferentes tipos de esqueje**

#### **4.2. Material Químico**

##### **Hormonas enraizadores**

- Roothor (en estado liquido)
- Rootone (en estado sólido)
- Rapid Root (en estado sólido)

##### **Desinfectantes**

- Producto Basamid para la desinfección del sustrato
- Helmistin, fungicida que se aplicó durante el ensayo
- Cypertrina Insecticida que se aplicaron durante el desarrollo de esquejes

### **4.3. Materiales de campo:**

Los materiales de campo utilizados fueron los siguientes:

Termómetro ambiental, Regla milimetrada, Malla semisombra, Hojas de palmera, Estacas, Machete, palas, Carretilla, Picotas, Rastrillo, Tijera de podar, Cinta métrica, Callapos, Regadera, Clavos, alambres, Marbetes, Calibrador, Mochila fumigadora, Machete, Agrofilm.

### **4.4. Material de gabinete**

- Cámara fotográfica
- Planilla de registro
- Libreta de anotaciones
- Marcadores y bolígrafos
- Computadora
- Calculadora

### **4.5. Métodos y técnicas**

#### **Fase de establecimiento**

#### **Infraestructura del vivero**

El ensayo se realizó en un vivero construido en la colonia Miraflores de Taipiplaya, con materiales del lugar, que tiene las siguientes características: se realizaron cuatro platabandas de 0.6 m de ancho y 5 m de largo y 0.14 m de alto, cubierto con carpa plástica (Agrofilm), a una altura de 1.8 m. Encima de esta cubierto con hojas de palmera con el fin de darle una semisombra de 40% aproximadamente, que dará las condiciones semicontroladas de humedad, temperatura y luminosidad al ensayo.

#### **Medio de enraizamiento**

En el presente estudio se utilizó tierra de lugar que es el componente básico del sustrato. La arena de río cernida, que es un buen insumo para preparar el sustrato lo que permitió controlar eficientemente el ataque de hongos, además de la chala de arroz, donde mejora las características físicas del suelo, facilitando la aireación,

humedad y nutrientes, incrementa la actividad de los microorganismos, estimula el desarrollo de las raíces. Es una fuente rica de Sílice que hace que los vegetales sean resistentes al ataque de los insectos y microorganismos, a lo largo se convierten en una fuente de humus por su alto contenido de Lignina.

### **Preparado del sustrato**

La mezcla del sustrato se lo hizo utilizando la siguiente relación: 3 partes de tierra del lugar 2 partes de arena 2 partes de materia orgánica 1 parte de cascarilla de arroz. Se realizo la mezcla de todos los materiales mediante volteo hasta homogeneizar el sustrato, una vez mezclado todo el sustrato se traslado a las camas de enraizamiento relleno en cada unidad experimental, colocando a una altura de 0.14 m de sustrato.

### **Desinfección del sustrato**

Para la desinfección del sustrato se utilizo el Basamid, el cual es un fungicida-herbicida-insecticida-nematicida, que tiene el siguiente ingrediente activo.

Tetrahydro-3,5-dimethyl-2H-1,3,5-triazin-2-one=Dazomet.....98%p/p

La aplicación del Basamid<sup>R</sup> fue antes de colocar el sustrato en los viveros y esto se hizo midiendo de la siguiente manera: En una carretilla se coloco 3 cucharadas del producto, luego se mezclo uniformemente para posteriormente colocar el sustrato con el desinfectante en las platabandas del vivero. Una vez colocado en todas las platabandas el sustrato se comprimió ligeramente tras la incorporación y dando un riego ligero para que se forme una costra superficial. Seguidamente se dejo por dos semanas después de la aplicación para luego proceder a la siembra de los esquejes.

### **Preparado de las soluciones de los enraizadores**

En el presente estudio se utilizaron tres diferentes hormonas enraizantes específicas como se menciona anteriormente con diferentes nombres comerciales, de distintos porcentaje de ingrediente activo. La composición de las soluciones fitohormonales fueron las siguientes según la presentación del nombre comercial.

### Cuadro 1. Composición de enraizadores específicos

Nombre comercial	Ingrediente activo
Roothor	- Acido alfa – NAFTALENACETICO.....0.40% - Acido Indol 3 Butírico (IBA).....0.10%
Rootone	- Acido Naftalenacetico (NAA).....0.20% - Acido Indolbutirico(IBA).....4.04%
Rapid Root	- Acido Indol 3 Butirico (IBA).....0.30% - Acido Naftalenacetico(ANA).....0.20%

**Fuente:** Etiqueta de los productos comerciales.

La preparación de las soluciones fitohormonales fueron las siguientes según la presentación del nombre comercial.

- Para el ROOTHOR se disolvió 5 ml de este producto en 200 cc de agua destilada.
- En el caso del ROOTONE, por ser un producto en polvo no se requiere de ninguna preparación, este se compró en una cantidad de cuatro onzas que alcanzo suficientemente para la aplicación en el estudio.
- El RAPID ROOT es un producto que se utiliza en forma de polvo, por lo que tampoco se necesito de una preparación para todo el tratamiento se necesito una cantidad de 150 g de este producto suficiente para toda la aplicación.

### Cuidados para la plantación

Se recolectaron los esquejes de estevia en horas de la mañana de plantas madres con buenas características. Los cuales posteriormente fueron transportados en pequeñas cajas y envueltos con papel sabana para conservar su humedad adecuada, y así evitar la deshidratación, daños por el manejo de los esquejes. Luego del recogido de los esquejes de lugares aledaños de la provincia Caranavi

(principalmente de la localidad de Alcoche), estos fueron llevados al vivero donde se realizó el ensayo.

## **Esqueje**

Hernández (1983), considera esqueje a un segmento de tallo con uno o más nudos, de un tamaño aproximado de 5 cm, de fácil manipulación y su enraizamiento no requiere de cuidados especiales, sin embargo todo tipo de esqueje son potencialmente iguales en comportamiento.

En nuestro estudio la denominamos esqueje a una parte del tallo de la planta de Estevia, que tiene entre 4 a 6 nudos, con cierta cantidad de hojas y que mide entre 8 a 10 cm. Específicamente la palabra esqueje subterminal hace referencia a la parte muy cerca de la parte apical del tallo, por debajo de unos dos cm del ápice terminal del tallo y tienen las características ya mencionadas. El esqueje intermedio como su nombre lo dice es la parte intermedia, se obtuvo de la parte media del tallo, esta se encuentra por debajo de la subterminal y por encima del esqueje basal y finalmente el esqueje basal hace referencia a la parte que se encuentra cerca de la superficie del suelo y por debajo del esqueje intermedio.

## **Plantado de esquejes**

Se realizó el siguiente procedimiento:

- Una vez llegado al vivero, estos se depositaron en un lugar fresco y sombreado.
- Con una tijera de podar se procedió a obtener los tres tipos de esquejes (basales, intermedios y subterminales), eliminando las hojas basales de los tres tipos de esquejes, para facilitar el enraizamiento y se cortaron el resto de las hojas de los esquejes por la mitad, para reducir la eliminación de agua.
- Seguidamente se hizo el corte en sesgo a 1 cm por debajo del nudo inferior de los tres tipos de esquejes, al mismo tiempo la selección de esquejes, en

diferentes recipientes: esquejes subterminales, intermedios y básales con una longitud de 8 – 10 cm, con 4 - 6 yemas.

- Posteriormente se desinfectaron los esquejes con un producto llamado Helmistin el cual es un fungicida, esto se lo preparo a una dosis de  $1 \text{ ml} \cdot \text{l}^{-1}$  de agua. Dejándolo reposar los esquejes por un tiempo de 5 minutos.
- Luego se realizo la aplicación con los enraizadores introduciendo 0.5 cm de los esquejes en los tres diferentes tipos de enraizadores, por un tiempo de 5 min en el enraizador Roothor (liquido) y en el resto solo era de hacer chocar en el enraizador la parte del esqueje que se introducirá en el sustrato.
- Seguidamente los esquejes se plantaron distribuyendo en cada tratamiento, a una profundidad de 3 cm, distancia entre hileras 7 cm, entre plantas 5 cm, haciendo un total de 32 esquejes por cada tratamiento y un total de 1152 esquejes aproximadamente en todo el ensayo.
- Luego de acabar con el plantado de los diferentes esquejes se procedió al riego constante, para evitar la marchites y posterior muerte.

## **Labores culturales**

### **Riego**

Se realizo un riego abundante después del plantado de tres veces al día y con los días que van pasando, el riego se fue disminuyendo hasta llegar a un solo riego por día en los últimos días.

### **Tratamientos fitosanitarios**

Se realizaron aplicaciones con el producto llamado Helmistin que es un producto fungicida y esto se lo preparo a una dosis de 20 ml en 20 l de agua, para luego aplicarlos mediante aspersion. Además se aplicaron el producto Cypertrina que es un producto insecticida.

## **Deshierbe**

El deshierbe se realizo manualmente cada vez que se observaba malezas dentro el vivero, aunque no se presentaron con mucha frecuencia en las primeras semanas si se observaron en las ultimas dos semanas.

## **Fase de experimento**

### **Diseño experimental**

El trabajo de investigación fue evaluado mediante un diseño completamente al azar en arreglo bifactorial de 3\*3 (Calzada, 1982). Con dos factores, Factor A: (3 diferentes enraizadores) y Factor B: (3 tipos de esquejes). Lo cual en interacción entre los dos factores tenemos 9 tratamientos. Se realizaron 4 repeticiones, haciendo un total de 36 unidades experimentales.

**El modelo lineal aditivo es el siguiente (según Calzada, 1982):**

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_j + \alpha_k + \beta\alpha_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

**Donde:**

$Y_{ijk}$  = cualquier observación.

$\mu$  = media general.

$\beta_j$  = efecto del j- esimo factor A (enraizadores).

$\alpha_k$  = efecto del k- esimo factor B (esquejes).

$\beta\alpha_{jk}$  = efecto de la interacción factor A\*B

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental.

## **Factores de estudio**

### **Factor A: Diferentes enraizadores**

- a<sub>1</sub>: Roothor
- a<sub>2</sub>: Rootone
- a<sub>3</sub>: Rapid Root

### **Factor B: Tipos de esquejes**

- b<sub>1</sub>: Subterminales
- b<sub>2</sub>: Intermedios
- b<sub>3</sub>: Basales

### **Interacción de los factores (tratamientos)**

T1 = a <sub>1</sub> :	Roothor	*	b <sub>1</sub> : Subterminales
T2 = a <sub>1</sub> :	Roothor	*	b <sub>2</sub> : Intermedios
T3 = a <sub>1</sub> :	Roothor	*	b <sub>3</sub> : Basales
T4 = a <sub>2</sub> :	Rootone	*	b <sub>1</sub> : Subterminales
T5 = a <sub>2</sub> :	Rootone	*	b <sub>2</sub> : Intermedios
T6 = a <sub>2</sub> :	Rootone	*	b <sub>3</sub> : Basales
T7 = a <sub>3</sub> :	Rapid Root	*	b <sub>1</sub> : Subterminales
T8 = a <sub>3</sub> :	Rapid Root	*	b <sub>2</sub> : Intermedios
T9 = a <sub>3</sub> :	Rapid Root	*	b <sub>3</sub> : Basales

La manera en que se distribuyeron los tratamientos, se muestra en Anexo 1.

### **Fase de análisis y seguimiento**

#### **Análisis de varianza**

Se realizó el ANVA para los diferentes variables de respuesta que nos permiten evaluar e interpretar el estudio en el ensayo. Que en su forma más simple significa desdoblar la varianza de un conjunto de observaciones en componentes, uno de los cuales es la variación de las muestras como tales y otra es la variación existente en las observaciones dentro de cada muestra. Esta técnica se desarrolla ampliamente en el diseño de experimentos, dando lugar a una serie inagotable de comparaciones y análisis.

El propósito es introducir la mecánica y el uso de esta técnica, dando al mismo tiempo la base estadística de su sustentación. Cualquier observación de una población puede expresarse por una media más un cierto error, constituyéndose así en un modelo lineal aditivo. (Caballero, 1975).

#### **Prueba de promedios**

Para la prueba de promedios se utilizó la prueba de rango múltiple de Tukey al 5% de probabilidad. La prueba de Tukey es una prueba de significancia, que por

principio estadístico es más preciso que las demás pruebas de promedios, razón por que en su análisis considera el número de tratamientos, establecidos en el ensayo.

Es una prueba de significancia mucho más amplia y más flexible, para su análisis el valor F calculado es un valor referencial, en su análisis define un solo factor de comparación para el conjunto del estudio, donde los tratamientos pueden ser generalmente complejos no descartándose también tratamientos simples donde el análisis es más simple (Caballero, 1975).

### **Regresión**

Se estudio la relación entre las variables de estudio, lo que se trata es de investigar el quantum de la relación existente entre ambas variables y de estimar o predecir una de las variables (dependiente), en función del conocimiento de la otra (independiente).

La técnica estadística en este caso recibe el nombre de análisis de regresión. Supongamos que se obtiene una muestra conformada de  $n$  pares de valores  $(x, y)$ : la primera observación de cada par corresponde a un valor de la variable  $X$ , y la segunda a un valor de la otra variable  $Y$ . Para tener una idea previa de la relación de las dos variables se suele presentar los  $n$  pares de valores como  $n$  puntos dispuestos sobre un sistema de coordenadas rectangulares y debe observarse después la forma como se agrupan o disponen (Caballero, 1975).

El mismo autor menciona que en primer lugar, la variable  $X$ , llamada variable independiente, de cuyos valores se harán predicciones, tiene valores fijos y conocidos. En cambio  $Y$ , llamada variable dependiente, es una variable aleatoria.

### **Correlación**

La correlación mide una correlación de dos variables, problemas que tienen que ver con la relación entre dos variables, se estudian bajo el nombre de correlación y solo expresan el grado de asociación de ambas variables sin tener en cuenta la

naturaleza de las mismas. Para conocer el grado de correlación entre dos variables, podemos tener una idea del grado de asociación. Cuando no hay variación simultánea de dos variables, se dice que estas son independientes o no correlacionadas.

El coeficiente de correlación es una medida relativa y no está dado en las unidades de medida de X o de Y. puede ser positiva o negativa. Numéricamente su valor tiene un intervalo que va desde -1 hasta +1, pasando por cero. Cuando r es igual a +1, indica una perfecta asociación positiva aumentando Y al aumentar X. Cuando r es igual a -1, indica una perfecta asociación negativa, aumentando Y al disminuir X o viceversa, disminuyendo Y al aumentar X. Cuando r es igual a cero, indica que no hay asociación; es decir, que existe independencia entre las dos variables (Caballero, 1975).

### **Variables de respuesta**

En cada fecha de muestreo, se tomaron seis esquejes de muestreo por unidad experimental, para el caso de las variables porcentaje de esquejes prendidos y número de brotes por esqueje, se tomaron datos a los 7, 14, 21, y 28 días después del plantado por que en la estevia en este tiempo se observan cambios en las características de los esquejes. En el resto de las variables requirió una sola evaluación al final del ensayo a los que se realizaron observaciones, mediciones y evaluaciones, para las siguientes variables de respuesta:

### **Porcentaje de prendimiento de esquejes:**

Para evaluar esta variable se llevaron registros del número de esquejes vivos de los tratamientos después de la plantación, se tomaron datos a los 7, 14, 21 y 28 días. Para determinar el porcentaje de prendimiento se utilizó la siguiente fórmula:

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

Donde:

%P = porcentaje de prendimiento

NPV = numero de plantas vivas

NPT = numero de plantas muertas

**Numero de brotes por esqueje:**

Se contaron todos los brotes de los seis esquejes seleccionados para su evaluación posterior a los 7, 14, 21 y 28 días.

**Numero de raíces emitidas por esqueje:**

Se contaron todas las raíces adventicias principales que brotaron del esqueje al final de la evaluación, de los esquejes de muestreo.

**Longitud de raíces por esqueje:**

Se realizaron la medición, con una regla, las raíces adventicias principales que brotaron del esqueje al final de la evaluación.

**Altura del brote:**

Se hizo la medición de la altura de los brotes que se observaron de los diferentes esquejes de muestreo a los 28 días.

**Diámetro del tallo del brote:**

Con un calibrador se tomaron medidas del diámetro de tallo del brote, de todas las plantas seleccionadas de muestreo, para luego evaluarlos.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de las variables evaluadas en la presente investigación, referida a la aplicación de diferentes enraizadores en esquejes de estevia fueron las siguientes:

### 5.1. Porcentaje de esquejes prendidos

Se realizó la primera evaluación a los 7 días, después del plantado, luego a los 14 días, seguido a los 21 días y finalmente a los 28 días, observándose (Cuadro 2), que los enraizadores presentan diferencias estadísticas altamente significativas, lo mismo ocurre con los tratamientos de esquejes encontrándose diferencias altamente significativas. No sucede lo mismo con la interacción enraizadores x esquejes, donde se observa que no existe diferencias significativas, en las diferentes fechas de evaluación. El coeficiente de variación estuvo en un rango de 10.64% lo que nos dice que los datos son confiables.

**Cuadro 2. Análisis de varianza del porcentaje de prendimiento**

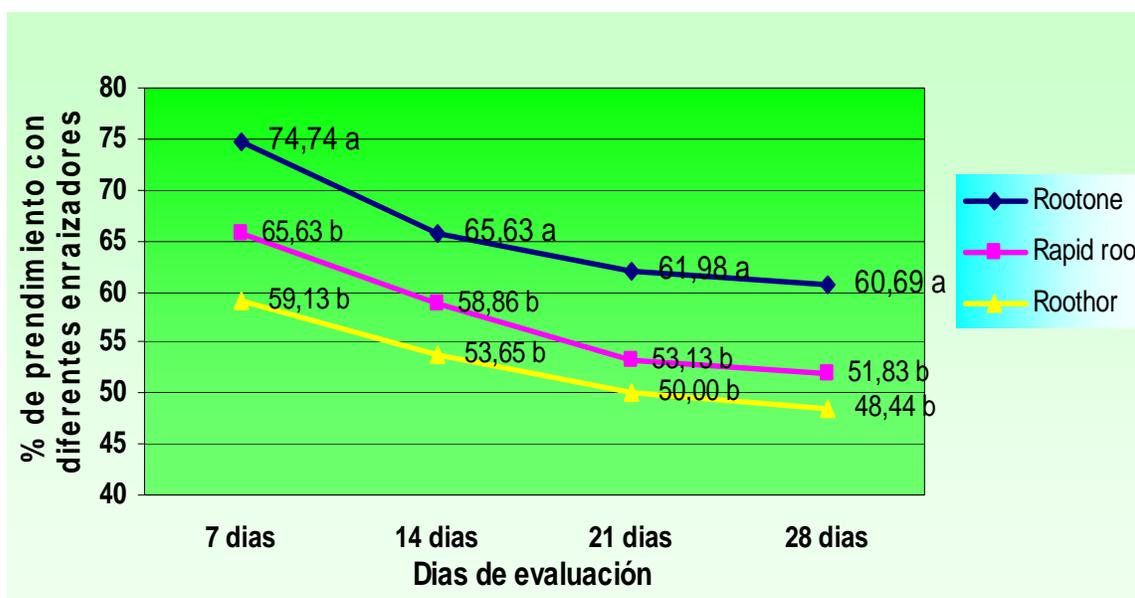
Fuentes de variación	G.L.	7 días		14 días		21 días		28 días	
		C.M.	Ft	C.M.	Ft	C.M.	Ft	C.M.	Ft
Enraizador (A)	2	739.2	0.0001**	432.95	0.0003**	463.37	0.0001**	479.25	0.0001**
Esquejes (B)	2	1273.1	0.0001**	1407.1	0.0001**	1370.5	0.0001**	1364.7	0.0001**
Interacción A*B	4	24.69	0.715NS	12.614	0.864NS	9.614	0.896NS	6.902	0.933NS
EE	27	46.66		39.794		35.802		33.450	
<b>CV (%)</b>		<b>10.27</b>		<b>10.62</b>		<b>10.87</b>		<b>10.78</b>	
<b>R<sup>2</sup></b>		<b>0.77</b>		<b>0.78</b>		<b>0.79</b>		<b>0.80</b>	

\*\* = Altamente significativo    EE = Error Experimental  
NS = No significativo

Realizando la comparación de medias de los enraizadores, a un nivel de significancia del 5% existen diferencias significativas en el porcentaje de prendimiento, entre el enraizador Rootone respecto a los enraizadores Rapid root y Roothor, que no presentan diferencias significativas y estadísticamente son iguales.

A los 7 días el enraizador Rootone tuvo una media de 74.74% de prendimiento a los 14 días un 65.63% de prendimiento seguidamente a los 21 días se obtuvo un prendimiento de 61.98% y finalmente a los 28 días de evaluación un 60.69% de prendimiento. Los enraizadores Rapid root y Roothor no presentan diferencias significativas entre si, por lo que estadísticamente son iguales desde el primer día de evaluación (a los 7 días), hasta el final de la evaluación. El Rapid root a los 28 días tuvo un porcentaje de prendimiento de 51.83% y el Roothor un prendimiento de 48.44%.

Estos datos son corroborados con la estadística descriptiva, lo que se tiene una curtosis a los 7, 14, 21 y 28 días de -0.62, -0.81, -0.80, y -0.92 respectivamente. El coeficiente de asimetría tuvo valores a los 7, 14, 21 y 28 días de 0.22, 0.14, 0.08 y 0.19 respectivamente, lo que nos indica que los datos se encuentran dentro del rango aceptable.



**Figura 4. Porcentaje de prendimiento de esquejes de estevia con diferentes enraizadores, evaluados en diferentes días**

La (Figura 4), nos muestra el porcentaje de prendimiento de esquejes de estevia con diferentes enraizadores, evaluados en diferentes días. Donde observamos que

existen diferencias significativas entre el enraizador Rootone con los enraizadores Rapid Root y Roothor.

Para el caso de los esquejes, el esqueje basal, obtuvo un porcentaje de prendimiento a los 7, 14, 21, 28 días de: 77.09%, 69.01%, 64.59%, 63.28% de prendimiento respectivamente, seguidamente el esqueje Intermedio a los 7, 14, 21, 28 días con: 65.89%, 61.46%, 57.03%, 55.47% de prendimiento y finalmente el esqueje subterminal con un porcentaje de prendimiento a los 7, 14, 21, 28 días: 56.51%, 47.66%, 43.49%, 42.19% de prendimiento respectivamente. Con fines comerciales interesa conocer mas la ultima evaluación por ser el resultado final que nos indica el porcentaje de prendimiento en la propagación de esquejes de estevia.

En la (Figura 5), se muestra claramente el porcentaje de prendimiento de los esquejes basales, intermedios y subterminales, evaluados a los 7, 14, 21 y 28 días después del plantado. Donde se observa una superioridad del esqueje Basal, con una relativa decadencia hasta el final de la evaluación.

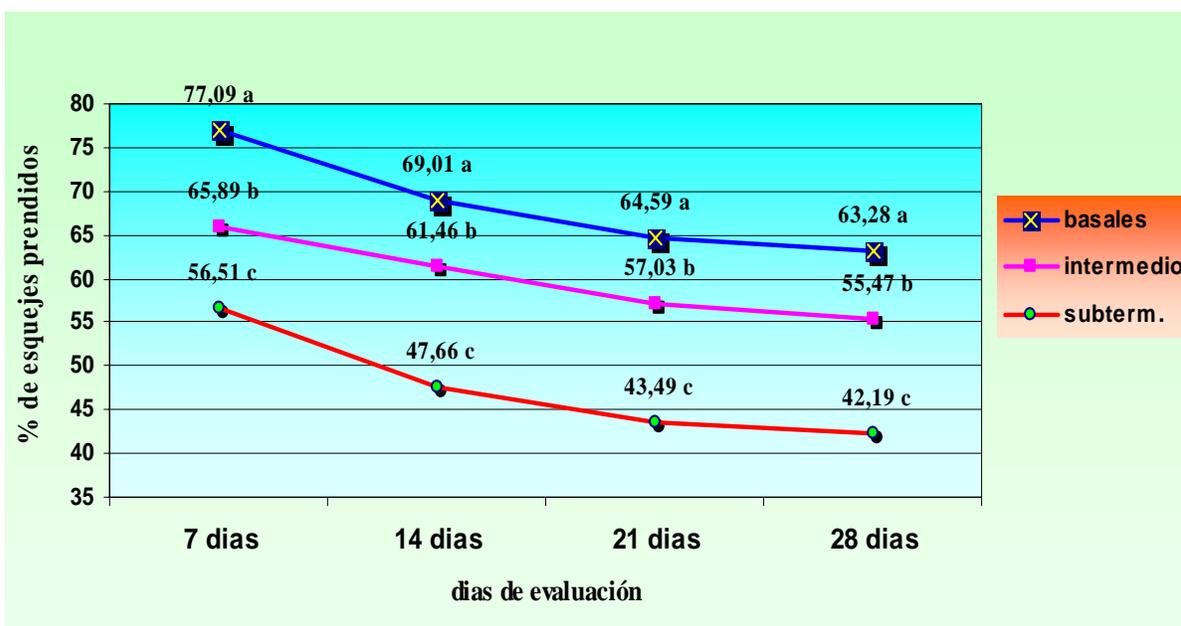


Figura 5. Porcentaje de prendimiento de esquejes de estevia durante el experimento

Al respecto Chambi (2007), realizó un estudio con Aplicación de Fitorregulador Inorgánico “DUOFEM” a una concentración de 100 ppm en el enraizamiento de estacas intermedias y basales de Estevia, en lo cual obtuvo valores con estacas intermedias de 52.77% de prendimiento y con estacas basales de 61.10% de prendimiento a los 28 días, comparando con los datos obtenidos en el presente estudio existe una relativa superioridad.

Hartmann y Kester (1998), mencionan que el objetivo de tratar estacas con reguladores de crecimiento es aumentar el porcentaje de prendimiento de estacas que forman raíces y aceleran la iniciación de ellos. Hace mención además que las mejores generaciones de las partes vegetativas de muchas especies, depende de la fisiología de la planta madre. Esto se atribuye a la acumulación de reservas nutritivas que realiza cada esqueje, las plantas mas verdes de hojas angostas, son los mejores resultados que se obtienen.

De igual manera Weaver (1990), indica que el objetivo de tratar las estacas con fitohormonas es incrementar el prendimiento de estacas que crezcan vigorosamente en el vivero, siendo favorables sus efectos y estimulando la iniciación de raíces incrementando el porcentaje de estacas que forman raíces y aceleran el tiempo de enraizamiento. Menciona además que existe siempre un porcentaje de perdidas relativamente elevado a veces desde el momento en que pueda plantarse. A pesar de ello las perdidas totales no deben sobrepasar el 50% entonces se puede dar por aceptable los datos obtenidos en el ensayo que tuvo un índice del 60%.

Según Rodríguez, citado por Willaroel (1997), menciona que las máximas concentraciones de auxina se encuentran en los ápices del tallo y de la raíz, en las yemas de las hojas jóvenes y maduras y en la punta del coleoptido pero luego lo abandonan para alcanzar las zonas de crecimiento del mismo órgano donde es esencial para el crecimiento del mismo ya que dichas zonas no poseen la facultad de producir tal sustancia.

En cuanto al factor B, se observó que los esquejes basales estadísticamente fueron superiores a los esquejes intermedios y este a la vez superior a los esquejes subterminales. Esta superioridad puede deberse a que el almacenamiento de nutrientes en esquejes basales es mucho mayor por existir un mayor volumen y mayor desarrollo de sus tejidos.

En el caso del presente estudio esta variabilidad de esquejes puede ser que en los tallos de un año o mayor a estas los carbohidratos se hayan acumulado en la base de las ramas, probablemente bajo la influencia de sustancias promotoras de raíces procedentes de yemas y de hojas, entonces el mejor material para estacas puede provenir de la porción basal de esas ramas. Puede ser también a que los esquejes basales son las más resistentes a cambios bruscos de temperatura, al manejo y al ataque de plagas y enfermedades.

Esta decadencia del porcentaje de prendimiento no puede deberse específicamente a la hormona enraizadora si no al tipo de esqueje utilizado, dadas las características de los esquejes, por ser delicadas en condiciones adversas del medio. Si bien el porcentaje de prendimiento es la variable más importante, es necesario mencionar la bajada de las líneas en las últimas semanas. Probablemente se deba a que en la recolección de esquejes no se tomó en cuenta la edad de la planta madre, tampoco se pudo mantener constante la humedad al 85% mínimamente requerida, en la cual mantienen turgentes las células de los tejidos foliares.

En las primeras semanas los esquejes aun mantienen sus reservas de carbohidratos, por lo que mantiene viva a la planta, pero al llegar a la segunda, tercera y cuarta semana estas se agotan y las que no hayan llegado a enraizar por completo mueren. El ataque de hormigas y algunas plagas, estos factores incidieron en el porcentaje de prendimiento, considerando a los mejores tratamientos los que sobrepasaron el 60% de prendimiento.

## 5.2. Numero de brotes.

En el (Cuadro 3), observamos que a los 7, 14, 21 y 28 días se obtuvieron diferencias estadísticas altamente significativas respecto al número de brotes, tanto en los enraizadores utilizados así como en los esquejes subterminales, intermedios y basales. Lo cual nos indica que no todos los enraizadores tienen el mismo efecto al igual que los esquejes donde podemos afirmar que estas actuaron de forma independiente.

**Cuadro 3. Análisis de varianza para el número de brotes**

Fuentes de variación	G.L.	7 días		14 días		21 días		28 días	
		C.M.	Ft	C.M.	Ft	C.M.	Ft	C.M.	Ft
Enraizador (A)	2	1.633	0.0001 **	1.691	0.0001 **	1.634	0.0001 **	1.638	0.0001 **
Esquejes (B)	2	2.091	0.0001 **	3.623	0.0001 **	2.370	0.0001 **	2.471	0.0001 **
Interacción A*B	4	0.017	0.7735NS	0.034	0.7126 NS	0.040	0.512NS	0.008	0.967 NS
EE	27	0.038		0.064		0.048		0.057	
<b>CV (%)</b>		<b>11.99</b>		<b>14.06</b>		<b>10.06</b>		<b>10.35</b>	
<b>R2</b>		<b>0.86</b>		<b>0.88</b>		<b>0.86</b>		<b>0.84</b>	

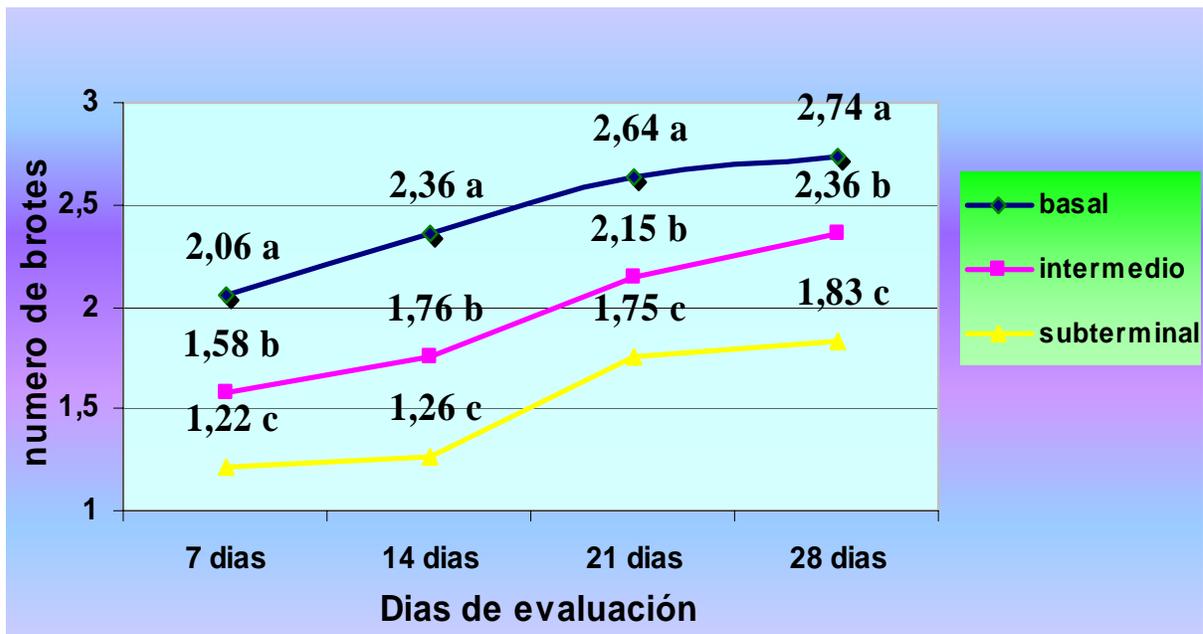
\*\* = Altamente significativo  
NS = No significativo

EE= Error Experimental

No ocurre la misma situación con la interacción enraizadores x esquejes, donde no se presentaron diferencias significativas, en las distintas fechas de evaluación, lo que significa que estos actuaron de forma separada. El coeficiente de variación está en un rango de CV. = 10.24% lo cual nos indica una confiabilidad de los datos obtenidos.

La prueba de promedios (Tukey = 5%) muestra que existen diferencias significativas entre los diferentes enraizadores en cuanto al número de brotes. Lo que nos permite afirmar que estas actúan en forma independiente. El mayor número de brote se obtuvo con el enraizador Rootone, con una media a los 7 días de 2.0 brotes, a los 14, 21, 28 días de evaluación con datos de 2.31, 2.56, 2.80 brotes respectivamente.

Seguidamente se observo que el Rapid root tuvo una media a los 7, 14, 21, 28 dias de 1.60, 1.88, 2.17, 2.43 brotes respectivamente. El que menor brotes obtuvo fue el Roothor a los 7dias con 1.26 brotes y a los 28 dias con 2.01 brotes respectivamente. Del análisis de prueba de significancia muestra que con la utilización de los tres enraizadores comerciales, tienen variación en cuanto a la emisión de brotes, diferentes uno del otro, esto se debe a que los productos tienen grados de concentración distintos cada uno.



**Figura 6. Numero de brotes de los tres tipos de esquejes evaluados en diferentes dias.**

Realizando una comparación de medias, de los distintos tipos de esquejes respecto al número de brotes, observamos en la (Figura 6), que existen diferencias significativas entre los tres diferentes esquejes. A los 7 dias, los esquejes: basales, intermedios y subterminales obtuvieron datos de: 2.06, 1.58 y 1.22 numero de brotes. A los 14 dias muestran una media de 2.36, 1.76 y 1.26 número de brotes, seguidamente a los 21 dias se observa una media de: 2.64, 2.15, 1.75 numero de brotes y finalmente a los 28 dias los esquejes: basales, intermedios y subterminales obtuvieron datos de: 2.74, 2.36 y 1.83 brotes respectivamente.

Estos datos son corroborados con la estadística descriptiva, lo que se tiene una curtosis a los 7, 14, 21 y 28 días de -0.47, -0.52, -0.86, y -0.73 respectivamente. El coeficiente de asimetría tuvo valores a los 7, 14, 21 y 28 días de 0.30, 0.24, 0.24 y 0.01 respectivamente, lo que nos indica la confiabilidad de los datos.

Al respecto Chambi (2007), realizó un estudio aplicando un Fitorregulador Inorgánico "DUOFEM" a una concentración de 50 ppm al final de la evaluación obtuvo datos de 2.39 brotes, con una concentración de 100 ppm = 1.99 brotes y con 150 ppm de concentración del producto obtuvo 1.77 brotes. Estos datos coinciden con los obtenidos en el presente estudio, existiendo una relativa superioridad.

Comparando con el porcentaje de prendimiento, los esquejes que primero emitieron sus brotes son aquellos de mayor porcentaje de prendimiento. Cuando los esquejes ya emitieron sus primeros brotes se garantiza el enraizamiento y se mantiene turgente la estaca, debido a que las auxinas están actuando en la formación de raíces, en promedio general así fue, pero también existen bajas con brotes esto debido a las características de los esquejes y tolerancia a cambios de temperatura en el periodo de aclimatación.

Esto es confirmado por Hartmann y Kester (1998), donde mencionan que las yemas promueven el desarrollo de las raíces, las yemas en desarrollo forman sustancias semejantes a hormonas y estas son transportadas a través del floema a la base de las estacas, donde estimulan la formación de raíces. Al respecto Tamaro (1984), menciona que los tallos son las únicas capaces de producir brotes vegetativos y fructíferos, considerados como ramas mixtas, ya que también producen herbáceos.

En las primeras semanas se observó pequeños brotes principalmente de los esquejes basales, luego con el pasar de los días estas fueron incrementando en tamaño y apareciendo otros brotes, se pudo observar que de una yema salieron brotes de hasta 6, y por lo general se encontraron entre 2 y 3, los brotes generalmente fueron cerca de la parte introducida al sustrato en los primeros tres

nudos, en el estudio se observaron esquejes que tenían hasta 8, 10 y 12 brotes a los 28 días de evaluación de un solo esqueje pero no todos de la misma vigorosidad, por el contrario se pudo ver también que hubieron esquejes, que obtuvieron entre 1 y 2 brotes y algunos sin ningún brote.

Durante los días de evaluación se pudo evidenciar que en las dos primeras semanas se observaron la aparición de brotes en los diferentes esquejes, luego en las dos próximas semanas muy pocas aparecieron y más fue de crecimiento de los brotes, se piensa que las yemas vivas emiten brotes en las tres primeras semanas después del plantado, el corte de las hojas pudo influir en el resultado, ya que no existió una uniformidad en el corte, y hubo esquejes de mayor cantidad de yemas, algunos de los esquejes tenían entrenudos más largos y otros más cortos, y estos factores no se pudieron uniformizar en el estudio.

Los resultados obtenidos respecto al número de brotes fueron satisfactorios, en los esquejes basales e intermedios y no así en los esquejes subterminales, si bien este último esqueje produjo cierta cantidad de brotes, estas no presentaron características de vigorosidad como los otros esquejes, por que estas fueron más largas que las otras y de un diámetro muy delgado y hojas pequeñas y en el mismo plantado los esquejes subterminales fueron más delicadas en cuanto al manejo y hasta en el riego por que con algunas gotas de agua algunas se doblaban, y presentan características en el estudio de marchitamiento por lo que se requiere mayor cuidado.

### **5.3. Número de raíces**

El (Cuadro 4), muestra el análisis de varianza del número de raíces evaluados a los 28 días, donde se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los diferentes enraizadores, así mismo con la variable esquejes donde existe una diferencia estadística altamente significativa, lo cual nos indica que no todos los enraizadores y los esquejes tuvieron el mismo efecto en el número de

raíz. En la interacción enraizadores x esquejes no existen diferencias significativas por lo que los enraizadores y los esquejes actuaron independientemente.

**Cuadro 4. Análisis de varianza para el número de raíces emitidos por esqueje**

Fuentes de variación	G. L.	C. M.	Ft
Enraizadores (A)	2	2.804	0.0033 **
Esquejes (B)	2	22.043	0.0001 **
Interacción A*B	4	0.672	0.179 NS
Error experimental	27	0.395	
<b>CV (%)</b>	<b>10.40</b>		
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>0.83</b>		

\*\* = Altamente significativo

NS = No significativo

El coeficiente de variación fue de CV = 10.40%, lo que nos da confiabilidad a nuestros datos en el caso de los enraizadores se observa que el enraizador Rootone tiene una media de 6.42 raíces, el Rapid root con una media de 6.22 raíces estos dos enraizadores no presentan diferencias significativas, es decir que emiten una cantidad igual de raíces.

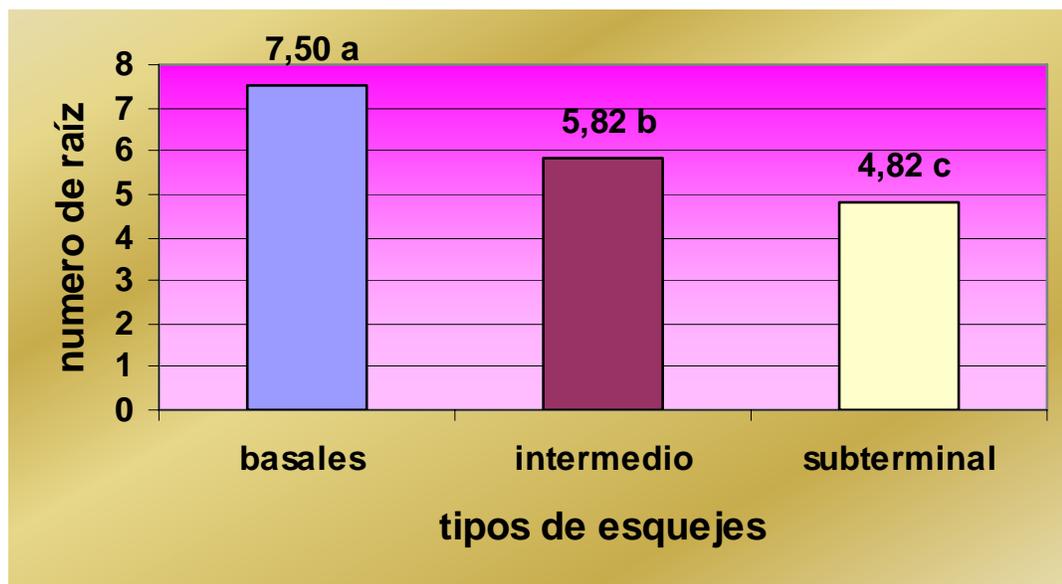
Pero si existe una diferencia significativa del enraizador Roothor respecto a los dos enraizadores anteriores que son el Rootone y el Rapid root. El Roothor tiene una media de 5.50 raíces. Esta diferencia puede deberse a que el enraizador Roothor es en forma líquida y requiere de un preparado antes de su uso por tal razón este producto puede bajar su grado de concentración, además que puede necesitar mayor tiempo de reposo del esqueje en el enraizador.

En el caso de los esquejes en la prueba de media (Tukey = 5%), se puede observar que existen diferencias significativas entre los tres tipos de esquejes. El mayor número de raíces emitidas es del esqueje Basal con una media de 7.50 raíces superior al obtenido por el esqueje intermedio que tiene una media de 5.82 raíces y por último se tiene a los esquejes subterminales con una media de 4.82 raíces. Estos datos son corroborados con la estadística descriptiva, lo que nos da una curtosis de

0.41, un coeficiente de asimetría de 0.84, lo que nos indica la confiabilidad de los datos.

Esta diferencia de los tres esquejes suponemos que se debe a las características propias de cada esqueje. Donde el esqueje basal fue obtenido cerca de las raíces tiene mayor capacidad de emitir raíces no así los intermedios que están más alejados de la base y mucho más lejos se encuentran los subterminales donde se encuentran cerca de los ápices.

En la Figura 7, podemos observar claramente lo mencionado anteriormente en la comparación de medias, donde el esqueje basal tiene una superioridad con 7.5 numero de raíces, seguido del esqueje intermedio con una media de 5.82 raíces y finalmente se tiene a los esquejes subterminales con 4.82 numero de raíces.



**Figura 7. Numero de raíces emitidas por los tipos de esquejes de estevia**

Al respecto Chambi (2007), realizo ensayos con un fitorregulador llamado “DUOFEM” a diferentes concentraciones y en dos tipos de esquejes, donde a una concentración de 50 ppm y esqueje basal obtuvo el mayor numero de raíz con 3.40 raíces y la misma concentración con esquejes intermedios obtuvo datos de 3.29 raíces y a una

concentración de 100 ppm con esquejes basal e intermedio obtuvo datos de 3.25 y 3.28 raíces respectivamente. Estos datos son inferiores a los obtenidos en el presente estudio utilizando diferentes enraizadores.

La mayor cantidad de raíces emitidos por los esquejes basales es corroborado con lo que menciona Hartmann y Kester (1998), donde indican que la rizogénesis respecto a la actividad formadora de raíces por varias sustancias, es significativo que la presencia de por lo menos una yema en la estaca es esencial en la producción de raíces. Por lo que los autores indican que una estaca sin yemas no forma raíz, aunque se trate con una preparación rica en auxina. Señalan además que la mayoría de las estacas de las plantas herbáceas al ser tratadas con estimulantes del enraizamiento incrementan la producción de grupos de raíces y el tamaño de brotes.

El mismo autor menciona que los reguladores de crecimiento mejora la calidad de las raíces formadas en las estacas, aumentando por una parte el número de raíces como también el tamaño. El AIB (ácido indolbutírico), produce un sistema de raíces fuerte y fibrosas siendo esta auxina uno de los mejores estimulantes del enraizamiento por presentar una actividad auxina débil y los sistemas de enzimas destructores de auxinas, la destruyen en forma relativamente lenta puesto que el AIB, es un producto químico persistente resultando muy eficaz como estimulante de las raíces.

Sotes (1997), indica que los esquejes mas jóvenes contienen mayor cantidad de auxinas en comparación a los esquejes maduros, aspecto que tiene mucha importancia en la iniciación y elongación de las células radiculares, menciona además que para la iniciación de raíces, es evidente la acción de ciertos niveles de sustancias naturales como, las auxinas formadoras de raíces en las estacas.

Rojas y Ramírez (1993), corrobora con lo mencionado de que los fenómenos fisiológicos controlados por las hormonas vegetales son muchísimos, influyen de manera importante, el transporte de nutrientes. Los mismos autores mencionan que

en la planta hay sitios donde los nutrientes se elaboran en mayor cantidad a la requerida, como las hojas (sitios llamados “fuente”), en cambio existen puntos donde reutilizan intensamente sin que se elaboren en cantidad suficiente como las raíces, flores y frutos en desarrollo (sitios llamados “demanda”).

Los resultados obtenidos muestran una relativa cantidad de raíces bien establecida y bien formada, se pudo observar raíces de diferente grosor en cuanto al diámetro de tallo, en algunos casos las raíces fueron de forma fibrosa donde no existía una raíz principal por lo que se tomo en cuenta las de mayor grosor, pero además se observo que existía raíz de tipo filiformes donde se pudo diferenciar las raíces principales, además estas eran por lo general pocas entre 3 – 6 raíces. Se observo también que todas las raíces brotaron de las partes laterales de los esquejes, justo arriba del corte realizado.

Si bien el número de raíz en un esqueje no parece ser una variable de mucha importancia se pudo ver que existía una correlación simultánea con todas las demás variables, por lo que los de mayor número de raíz también tenían mayor numero de brote, tamaño, etc. Por lo que esta variable permite conocer esa relación y de ahí su importancia determinarla, observarla y compararla con las otras variables. Además ver el tipo de raíz y si estas se encuentran superficialmente o si están a cierta profundidad del sustrato.

Si bien los resultados finales los evaluamos a los 28 días, posterior a esta fecha se hizo un seguimiento para ver el comportamiento de la misma, se pudo observar que la cantidad de raíces fue aumentando relativamente, especialmente raíces secundarias y terciarias. También las raíces que fueron de tipo fibrosas pasaron a ser de tipo filiforme, donde se pudo diferenciar entre raíces primarias, secundarias y terciarias, en un tiempo de un mes posterior a la última fecha de evaluación, esto nos da la seguridad de que las plantas de estevia ya se encuentran bien establecidas.

#### 5.4. Longitud de raíz

El (Cuadro 5), muestra el análisis de varianza de la longitud de raíces de los esquejes donde se observa una alta significancia de los enraizadores respecto a la longitud de raíces, lo mismo sucede con los diferentes tipos de esquejes donde existe una alta significancia entre estos esquejes en cuanto a la longitud de raíces.

**Cuadro 5. Análisis de varianza para longitud de raíces emitidos por esqueje**

Fuentes de variación	G. L.	C. M.	Ft
Enraizadores (A)	2	5.616	0.0001 **
Esquejes (B)	2	14.62	0.0001 **
Interaccion A*B	4	0.559	0.102 NS
Error experimental	27	0.260	
<b>CV (%)</b>	<b>9.72</b>		
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>0.86</b>		

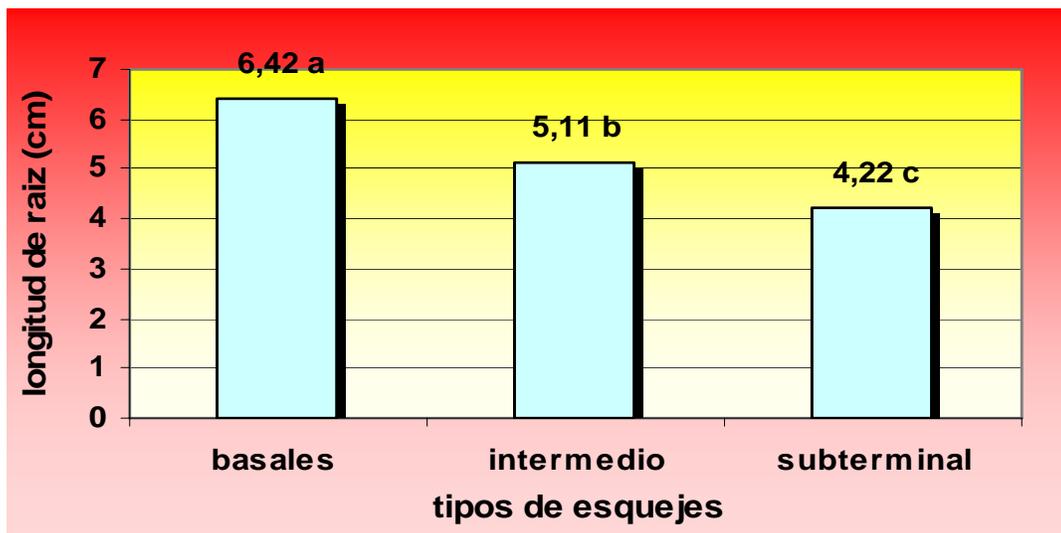
\*\* = Altamente significativo

NS = No significativo

Contrariamente no existe significancia en la interacción enraizador x esqueje, en lo cual podemos mencionar que estos actúan de manera independiente. El coeficiente de variación es CV = 9.72%, el cual se encuentra dentro del rango de aceptabilidad de los datos.

En el promedio y la prueba de significancia para la longitud de raíces observamos que existen diferencias significativas. Los efectos de los diferentes enraizadores en la longitud de raíz fueron distintos, donde el enraizador Rootone tuvo una media, mayor respecto a los demás con una longitud de raíz de 5.89 cm, seguido del enraizador Rapid root con una media de 5.33 cm y finalmente el enraizador Roothor con una media de 4.53 cm de longitud de raíz. Algo similar ocurrió con los esquejes de estevia donde observamos que los esquejes basales tienen una media de 6.42 cm de longitud de raíz, luego los esquejes intermedios con una media de 5.11 cm de longitud de raíz y por último al esqueje subterminal con una media de 4.22 cm.

En la (Figura 8), observamos el comportamiento de medias de los esquejes, donde claramente se ve al esqueje basal, que tiene mayor longitud de raíz con 6.42 cm, superando significativamente al esqueje intermedio con un valor de 5.11 cm y por ultimo observamos al esqueje subterminal con 4.22 cm de longitud respectivamente. Estos datos son respaldados con la estadística descriptiva, donde se tiene una curtosis de 0.40 y un coeficiente de asimetría de 0.58, con lo que nos da una confiabilidad de los datos.



**Figura 8. Comportamiento de tres tipos de esquejes de estevia respecto a la longitud de raíces**

Al respecto Chambi (2007), realizo ensayos con un fitorregulador llamado “DUOFEM” a diferentes concentraciones y en dos tipos de esquejes, donde a una concentración de 50 ppm el esqueje basal obtuvo una longitud de raíz de 2.98 cm y el esqueje intermedio con un dato de 2.70 cm. A una concentración de 100 ppm el esqueje basal tuvo un dato de 2.80 y el esqueje intermedio con 2.79 cm de longitud de raíz, comparando estos datos con los obtenidos en el presente estudio, vemos que existe un mayor longitud de raíz con los enraizadores utilizados en el presente estudio.

Al parecer el incremento de la raíz esta normalmente bajo el control de la concentración de la auxina, ya que esta fuertemente influenciada en el crecimiento

de estacas, así mismo la presencia de citocininas es necesaria en las raíces para la división celular. Como en otros tejidos, probablemente el tipo y la velocidad de crecimiento dependen no solo de la presencia de dichas hormonas si no del balance entre ellas, la auxina controla el crecimiento de la raíz a través de dos efectos separados, al encontrar que aquella acelera el crecimiento del ápice de la raíz al principio pero inhibe su expansión posterior (Bidwel, 1979).

Hartmann y Kester (1998), mencionan que la auxina controla el crecimiento de la raíz, al encontrar que aquella acelera el crecimiento del ápice de la raíz al principio, pero inhibe su expansión posterior. Esta aparente dualidad de acción se puede deber al cambio de las concentraciones de otros factores de crecimiento, tales como las citocininas.

Sotes (1997), hace referencia en que a la iniciación de raíces es evidente la acción de ciertos niveles de sustancias naturales como las auxinas formadoras de raíces en las estacas según el carácter varietal. El crecimiento de las raíces esta relacionada con las reservas que tiene la estaca. Menciona además que el fenómeno por el cual emite brotes y raíces, es debido al movimiento de los elementos nutritivos de reserva acumulados por la planta. Al plantar una estaca la diferencia de temperatura entre el aire y el suelo, excita la emergencia vital y se establece una corriente ascendente de jugos nutritivos, los cuales hacen brotar las yemas terminales.

Weaver (1990), menciona que los reguladores de crecimiento, usados en concentraciones excesivas para la propagación pueden ocasionar daños. Una concentración eficaz y no toxica, puede ser usada si la porción basal del tallo, muestra algún inchamiento, acompañado por una profunda producción de raíces, justo arriba de la base de las estacas.

Los datos obtenidos respecto a la variable longitud de raíces son satisfactorios, por que se observa una superioridad respecto a otros estudios realizados, el tamaño de la raíz en una planta es importante en cuanto a la extracción de nutrientes desde el

suelo por que a mayor tamaño y cantidad estas tendrán mayor capacidad de desarrollo, se observaron raíces de diferente tamaño por ejemplo los esquejes que tuvieron pocas raíces, son los que tuvieron raíces mas largas y los esquejes que tuvieron mayor cantidad de raíces generalmente las raíces fueron pequeños.

Los resultados obtenidos en el ensayo probablemente se deban a que el desarrollo de la longitud de raíz esta directamente relacionado con la fitohormona empleada y el tipo de esqueje, ya que se observa que los esquejes basales tuvieron mayor longitud de raíces, también el enraizador Rootone es el que mayor longitud de raíz tiene, por tanto se piensa que el tamaño de las raíces está directamente relacionados con los enraizadores.

### 5.5. Altura de brote.

Para la variable altura de brote, se observaron el crecimiento de los brotes desde las primeras semanas hasta el último día de evaluación, donde en el último día se tomaron datos de los brotes seleccionadas, lo que se tiene los siguientes resultados.

En el análisis de varianza del (Cuadro 6), se observa los resultados no significativos entre enraizadores, contrariamente nos muestra una alta significancia entre esquejes. Existe también una no significancia entre la interacción (enraizadores x esquejes) a un nivel de significancia del 5%.

**Cuadro 6. Análisis de varianza para altura de brote**

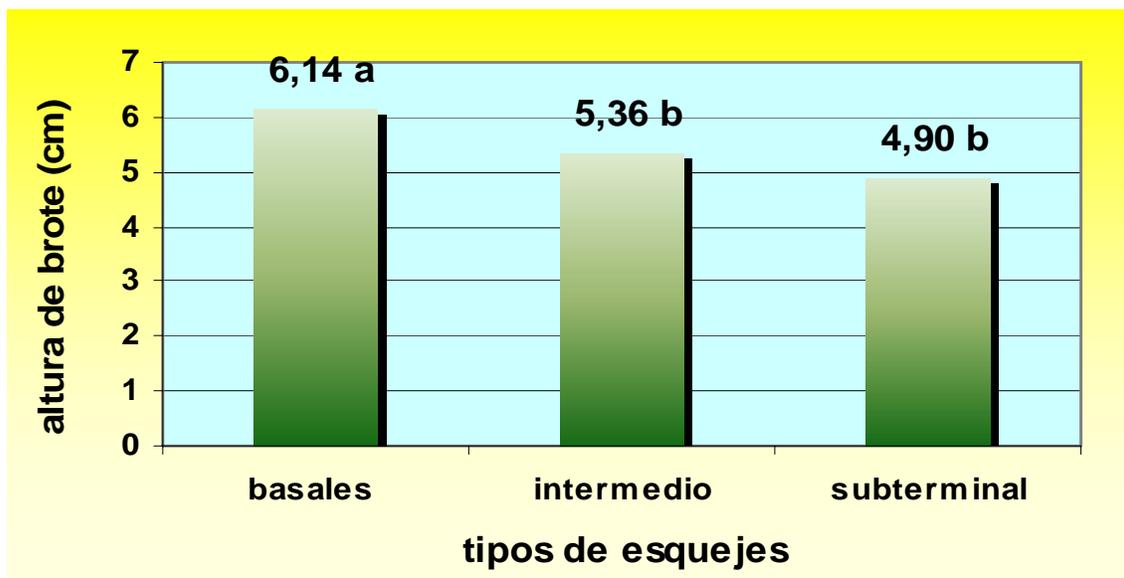
Fuentes de variación	G. L.	C. M.	Ft
Enraizadores (A)	2	1.421	0.091 NS
Esquejes (B)	2	4.686	0.0012 **
Interacción A*B	4	0.536	0.430 NS
Error experimental	27	0.542	
<b>CV (%)</b>	<b>13.46</b>		
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>0.50</b>		

\*\* = Altamente significativo

NS = No significativo

El coeficiente de variación fue de  $CV. = 13.46\%$  lo que nos da una confiabilidad adecuada de los datos obtenidos. La prueba de análisis de medias Tukey al 5%, nos muestra para el comportamiento de enraizadores una no significancia, estos debido a que los enraizadores solo actúan en la formación de raíces y no tiene relación en la altura de brote.

Sí se observan diferencias significativas en los esquejes, donde el esqueje basal es diferente a los esquejes intermedios y subterminales, estos dos últimos son iguales en cuanto a la altura de brotes. Para el esqueje basal se tiene una media de 6.14 cm diferenciándose de los esquejes intermedios con una media de 5.36 cm y del esqueje subterminal con una media de 4.90 cm.



**Figura 9. Comportamiento de los diferentes esquejes respecto a la altura de brote**

En la (Figura 9), se observa claramente el comportamiento de los esquejes respecto a la altura de brote, donde el esqueje basal tiene una superioridad con una media de 6.14 cm respecto a los otros esquejes intermedio y basal, ambos no tienen una diferencia significativa, el primero con 5.36 cm y el segundo con 4.90 cm de altura de brote. Estos datos son respaldados con la estadística descriptiva, donde se tiene una

curtosis de 0.71 y un coeficiente de asimetría de 0.75, con lo que nos da una confiabilidad de los datos.

Al respecto Chambi (2007), realizó un ensayo en la propagación de *Estevia* por partes vegetativas, con un fitorregulador llamado "DUOFEM", en diferentes dosis, en donde a una concentración de 100 ppm obtuvo una altura de brote de 11.15 mm en esquejes basales y 15.13 mm con esquejes intermedios, a una concentración de 50 ppm el esqueje basal tuvo un valor de 14.93 mm y el esqueje intermedio 9.93 mm de longitud de brote, estos datos son muy inferiores con los obtenidos en el presente ensayo.

Estas diferencias entre el esqueje intermedio y subterminal hacen suponer que se debe a las características morfológicas y fisiológicas de los dos esquejes, esta suposición coincide con lo citado por: Hartmann y Kester (1997), donde menciona que la posibilidad de que las diferentes concentraciones de auxinas, de estimuladores de crecimiento puedan explicar, y en parte las características del control de tamaño de la planta.

Rodríguez (1991), menciona que las actividades vitales de una planta están determinadas por los factores del medio ambiente y por la herencia que actúan siempre en conjunto, actividades fisiológicas que son determinantes en la adaptación de una variedad en particular. Tal afirmación se evidencia ya que los esquejes basales e intermedios se adaptaron muy bien a la región y son resistentes a los cambios de clima, en comparación con el esqueje subterminal que es susceptible a los cambios climatológicos.

Según Weaver (1990), indica que el nivel de auxina es mayor cuando los brotes son tiernos y las giberelinas están presentes en altas concentraciones actuando como inductoras de las auxinas al liberar el aminoácido triptofano. Por otra parte el contenido de inhibidores es bajo pocos días después de la brotación, aumenta con la edad y a medida que va madurando los brotes. Afirman también que los factores

morfológicos pueden ser una barrera para el enraizamiento, este efecto es mas notorio cuando los brotes están madurando y se van endureciendo.

Se pudo evidenciar durante el ensayo que los brotes fueron creciendo rápidamente en las dos últimas semanas de evaluación, en un principio se observo que los brotes fueron saliendo lentamente de las yemas laterales, esto debido a que las raíces de los esquejes aun no llegaron a enraizar por completo y como existe una correlación positiva con las variables de estudio, entonces podemos afirmar que a mayor numero y cantidad de raíces se tendrá mayor longitud de brote.

En los esquejes se observaron que los esquejes basales fueron los que primero emitieron sus brotes y con mayor vigor, seguido de los esquejes intermedios y subterminales, pero también en otros casos los esquejes subterminales fueron los que emitieron sus brotes primero, en algunos de diámetro muy delgado pero en cuanto a tamaño fueron grandes y aquellos de tamaño mediano y pequeños se observo que tenían el diámetro de un mayor grosor.

Además se observo que los brotes largos y de diámetro delgado cuando llegaron al final de la evaluación algunos de ellos llegaron a emitir flores en una cierta cantidad, esto puede ser por encontrarse cerca del ápice Terminal de la planta madre y también puede ser por no haber seleccionado bien la planta madre (alrededor de una año). Por que cuando se recogieron las plantas madres para la obtención de los esquejes estas se encontrarían a punto de la floración.

#### **5.6. Diámetro de tallo del brote**

El análisis de varianza del (Cuadro 7), muestra una alta significancia estadística, entre los tres diferentes enraizadores, así como también de los tres tipos de esquejes, es así que cada enraizador y esqueje tienen comportamientos distintos en cuanto al crecimiento de tallo del brote. Contrariamente ocurre con la interacción enraizadores x esquejes donde no existe diferencias significativas. El coeficiente de variación es de CV. = 15.48%, lo que nos indica que los datos son confiables.

**Cuadro 7. Análisis de varianza para diámetro de tallo del brote**

<b>Fuentes de variación</b>	<b>G. L.</b>	<b>C. M.</b>	<b>Ft</b>
Enraizadores (A)	2	1.190	0.0004 **
Esquejes (B)	2	0.976	0.0013 **
Interaccion A*B	4	0.031	0.895 NS
Error experimental	27	0.114	
<b>CV (%)</b>	<b>15.48</b>		
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>0.59</b>		

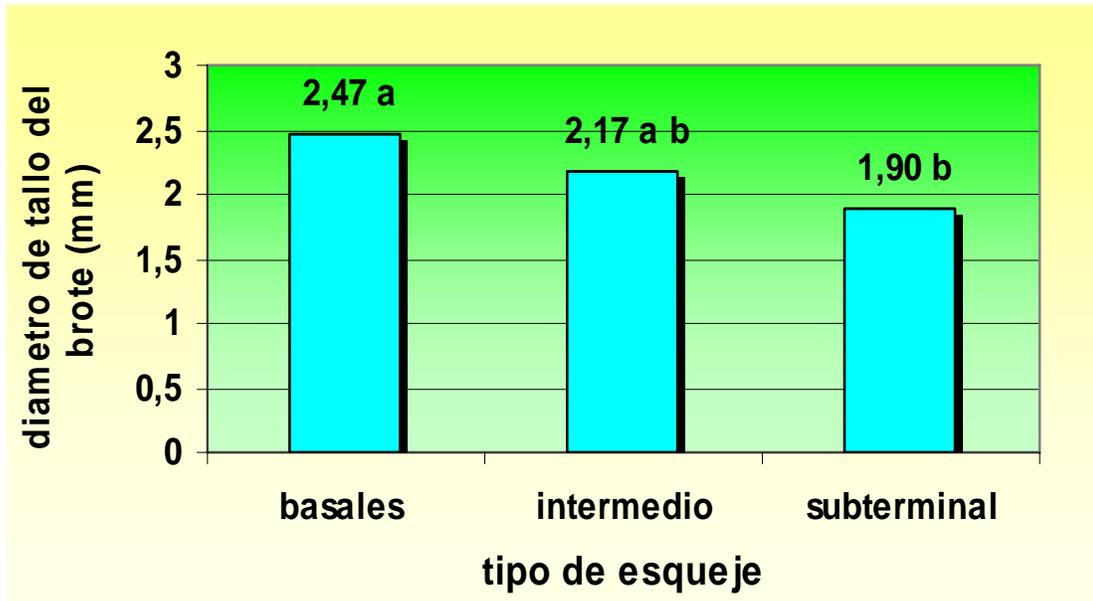
\*\* = Altamente significativo

NS = No significativo

La prueba de significancia, muestra una comparación de medias de enraizadores y esquejes de estevia, donde existen diferencias significativas. El enraizador Rootone tiene una media de 2.51 mm de diámetro se diferencia significativamente respecto a los enraizadores Rapid root con una media de 2.14 mm y del Roothor con una media de 1.89 mm, estadísticamente estos dos enraizadores no presentan diferencias significativas en el diámetro de los tallos del brote.

Algo similar ocurre con los diferentes tipos de esquejes, donde se observa que los esquejes basales e intermedios son estadísticamente similares a una prueba de significancia del 5%, el esqueje basal tiene una media de 2.47 mm, el esqueje intermedio tiene una media de 2.17 mm. El esqueje subterminal tiene una media de 1.90 mm se diferencia respecto al esqueje basal y no presenta diferencia con el esqueje intermedio. Estos datos son respaldados con la estadística descriptiva, donde se tiene una curtosis de 0.01 y un coeficiente de asimetría de -0.56, lo que nos da una confiabilidad de los datos.

En la (Figura 10), se observa la comparación de medias, de los tres tipos de esquejes y su influencia en el diámetro del tallo del brote, se ve claramente que el esqueje basal tiene un mayor diámetro de tallo respecto a los esquejes intermedios y subterminales, que presentan datos menores respecto al primero. Esta variación podemos mencionar que se deben a las características propias de cada esqueje.



**Figura 10. Comparación de los diferentes esquejes respecto al diámetro de tallo del brote.**

Al respecto Hartmann y Kester (1998), mencionan que el crecimiento de las plántulas vigorosas y el aspecto de las mismas, el vigor de las plantas son importantes de la calidad pero pueden ser algo difíciles de medir. Los esquejes cortadas de plantas sin brotación de yemas foliares, se enraízan mejor y con mayor rapidez que aquellas de plantas que estén en plena brotación.

Respecto al diámetro de tallo del brote, como se mencionó anteriormente se tiene una directa relación con las demás variables de estudio, los brotes de esquejes basales tienen un mayor diámetro de tallo como se observa en el gráfico que antecede, a la vez son de un mejor desarrollo en cuanto a consistencia, en cambio el tallo de los brotes subterminales, si bien crecieron más rápidamente, estas fueron de tallo muy delgado, a medida que fueron creciendo estas se iban doblando, algunos fueron creciendo con dirección lateral, por la debilidad que presentaban los tallos.

En la medición del diámetro de tallo del brote, algunos tallos, en especial de los brotes subterminales no se pudieron medir con precisión por ser estas muy delgadas, por que también como mencionamos anteriormente de una yema salieron varios

brotos en algunos casos, entonces ahí se observaron tallos de todo grosor y en su mayoría delgados.

El diámetro de tallo del brote no es influenciado directamente por los enraizadores, si no que esta determinado por las características propias de cada esqueje, esta aseveración es confirmado con lo que mencionan Rojas y Ramírez (1993), donde mencionan que las hormonas enraizantes tienen influencia directa en la formación de raíces, en diferentes partes de la planta. Por lo que llegamos a afirmar que existe una relación directa con la cantidad y número de raíces, por que a mayor cantidad de raíces se tendrá un mejor desarrollo del diámetro del brote.

En cuando a los resultados se esperaban datos más altos de los obtenidos, en especial de los esquejes intermedios y subterminales, donde algunos de ellos prácticamente no llegaban a medir ni un milímetro, por eso es que estos brotes no llegaban a resistir la caída de agua de riego y se doblaban con facilidad, esto suponemos que es por encontrarse cerca del ápice terminal, por que estos esquejes fueron delgados a comparación de los basales donde los esquejes son mas gruesos y también puede deberse por que de una sola yema hubieron varios brotes.

### **5.7. Análisis de correlación y regresión de las variables estudiadas**

En el (cuadro 8), se observa, los datos de las correlaciones y su significancia de todas las variables estudiadas, donde los datos son altos (cerca a +1), por tanto se tiene una alta significancia entre variables. Esto debido a que las variables estudiadas están íntimamente relacionadas entre si. Para interpretar mejor los resultados desglosaremos la relación que existe entre algunas variables.

#### **Relación porcentaje de prendimiento vs. Número de brotes**

El coeficiente de regresión tiene un valor de  $b = 0.03$  por ciento, en porcentaje de prendimiento, lo cual significa que por cada prendimiento de esquejes de estevia se espera un aumento promedio de 0.03 número de brotes. El coeficiente de correlación es de  $r = 0.96$ , el cual representa una correlación positiva y que las variables porcentaje de prendimiento y número de brotes están altamente asociados y el

análisis de significancia tiene un valor de 0.0001, lo cual estadísticamente es altamente significativo, es decir que existe dependencia entre las dos variables.

**Cuadro 8. Datos de correlación y significancia de las variables estudiadas**

	% de prend.	Nro de brote	Nro de raíz	Long. De raíz	Altura de brote	Diam. De brote
% de prend.	1.00					
Nro de brote	0.963**	1.00				
Nro de raíz	0.899**	0.875**	1.00			
Long. de raíz	0.933**	0.957**	0.944**	1.00		
Altura brote	0.879**	0.837**	0.894**	0.907**	1.00	
Diam. brote	0.918**	0.973**	0.788**	0.906**	0.765*	1.00

**Cuadro 9. Datos de regresion de las variables estudiadas**

Regresión	b
% de prend.	0.0260
Nro de brote	0.2926
Nro de raíz	0.4697
Long. De raíz	0.3911
Altura de brot	0.3842
Diam. De brote	0.9854

**Relación de numero de brote vs. Numero de raíz**

El coeficiente de regresión tiene un valor de  $b = 0.29$  dando una regresión positiva lo cual significa que por cada brote de esqueje se espera un aumento de 0.29 numero de raíz. El coeficiente de correlación  $r = 0.88$ , representa una correlación positiva y el análisis de significancia es 0.002, con estos datos podemos afirmar que las variables numero de brotes y numero de raíz son directamente proporcionales.

### **Relación entre número de raíz vs. Longitud de raíz**

El coeficiente de regresión tiene un valor de  $b = 0.39$ , lo cual significa que por cada centímetro de incremento de raíz de estevia se espera un aumento promedio de 0.39 número de raíz. El coeficiente de correlación es de  $r = 0.94$ , el cual representa una correlación positiva y el análisis de significancia es de 0.0001 lo cual es altamente significativa, y nos indica que las variables número de raíz y longitud de raíz están altamente asociados y correlacionados, es decir que existe dependencia entre las dos variables.

### **Relación entre número de brote vs. Longitud de raíz**

El coeficiente de regresión es de  $b = 0.29$ , lo cual significa que por cada brote de estevia se espera un aumento promedio de 0.29 centímetros en longitud de raíz. Para el coeficiente de correlación  $r = 0.96$  representa una correlación positiva donde las variables número de brote y longitud de raíz están altamente asociados y correlacionados, esto es respaldado con el análisis de significancia que nos da un valor de 0.0001 lo que es altamente significativa.

### **Relación entre número de brote y altura de brote**

El coeficiente de regresión tiene un valor de  $b = 0.38$ , lo cual significa que por cada centímetro de altura de brote, se espera un aumento de 0.38 brotes de estevia. El coeficiente de correlación es de  $r = 0.84$ , lo cual representa una correlación positiva y que las variables número de brotes y altura de brote en (cm), están altamente asociados, y el análisis de significancia es de 0.005 lo que nos dice que es altamente significativa.

### **Relación longitud de raíz y altura de brote**

El coeficiente de regresión tiene un valor de  $b = 0.39$ , lo que significa que por cada centímetro en altura de brote, se espera un aumento en longitud de raíz de 0.39 centímetros de raíz. El coeficiente de correlación es de  $r = 0.91$ , lo cual nos permite afirmar que existe una correlación positiva, esto es corroborado con el

análisis de significancia que tiene un valor de 0.0007, lo cual es altamente significativa, en tal sentido las variables longitud de raíz y altura de brote están altamente asociados.

#### **Relación de numero de brote vs. Diámetro de brote**

El coeficiente de regresión tiene un valor de  $b = 0.99$  dando una regresión positiva lo cual significa que por cada diámetro de brote de estevia se espera un aumento de 0.99 numero de brotes. Por otra parte el coeficiente de correlación  $r = 0.97$ , representa una correlación positiva y que las variables numero de brote y diámetro de brote son directamente proporcionales, esto es confirmado con el análisis de significancia que tiene un valor de 0.0001 lo que nos dice que es altamente significativa.

#### **Relación entre longitud de raíz y diámetro de brote**

El coeficiente de regresión tiene un valor de  $b = 0.99$  lo cual significa que por cada milímetro del incremento de diámetro de brote se espera un aumento de 0.99 centímetros en la longitud de raíz. El coeficiente de correlación es de  $r = 0.91$  lo cual nos indica que existe una correlación positiva, en tal sentido las variables longitud de raíz y diámetro de brote están altamente asociados, esto es corroborado con el análisis de significancia que tiene un valor de 0.0008 y es estadísticamente significativo.

#### **Relación entre altura de brote y diámetro de brote**

El coeficiente de regresión es de  $b = 0.98$ , en diámetro de brote, lo cual significa que por cada milímetro de crecimiento del diámetro del brote, se espera un aumento de 0.98 centímetros de altura de brote de la estevia. Para el coeficiente de correlación  $r = 0.76$ , representa una correlación positiva donde la variable altura de brote y diámetro de brote, están altamente asociados y correlacionados, así mismo el análisis de significancia muestra un dato de 0.02, lo cual es significativo.

## 6. ANÁLISIS ECONÓMICO

Mediante el presente análisis económico, se pretende evaluar la utilidad que se obtendría usando cada uno de los tratamientos en forma independiente, a través de la relación beneficio/costo. Y así respaldar el presente trabajo y recomendar a los agricultores como una alternativa de producción. El análisis se efectuó en base a los insumos, costos de mano de obra, enraizadores comerciales y costos de comercialización por plantín, se tomo datos de porcentaje de prendimiento por tratamiento.

El (Cuadro 10), nos muestra los resultados de los diferentes tratamientos, donde en la primera columna se observa los 9 tratamientos, en la segunda columna observamos el beneficio neto que son los ingresos – egresos, los ingresos que obtenemos por concepto de venta de plantines de estevia y los egresos son los costos de producción de cada tratamiento.

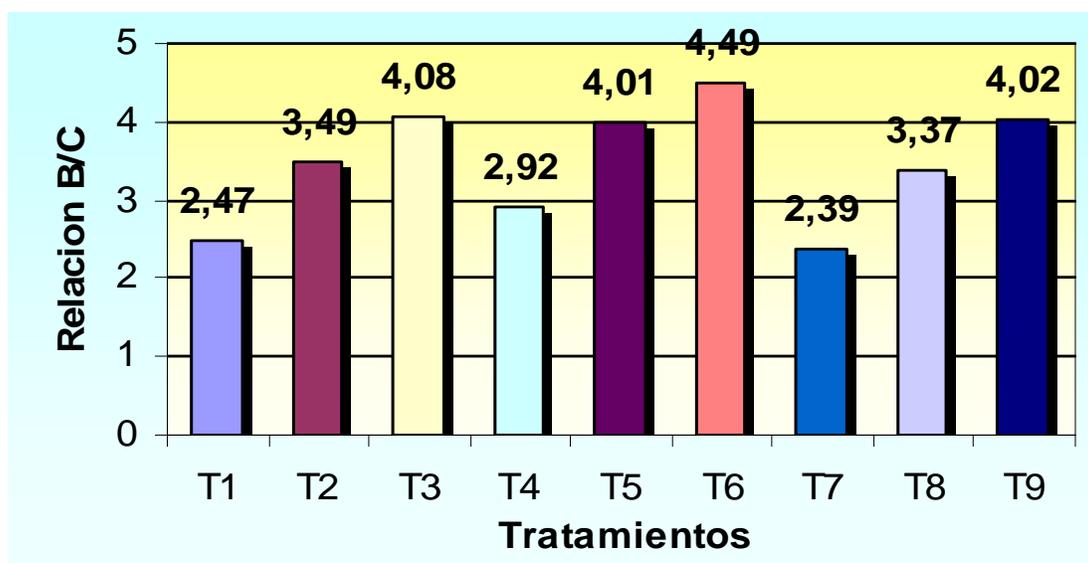
**Cuadro 10. Análisis económico de la relación Beneficio/costo en la producción de plantines de estevia en Bs.**

Tratamientos	Beneficio neto	Costo de producción	B/C
T1	32.70	13.24	2.47
T2	46.65	13.35	3.49
T3	54.98	13.46	4.08
T4	42.59	14.60	2.92
T5	60.78	15.16	4.01
T6	69.78	15.53	4.49
T7	34.38	14.38	2.39
T8	49.15	14.60	3.37
T9	59.31	14.75	4.02

En la tercera columna se muestra los costos de producción, esto es todos los gastos que significa para la producción de plantines de estevia por tratamiento. En la última

columna observamos la relación beneficio/costo, para cada tratamiento, y esto es la relación entre el beneficio neto/ producción total (egresos), de esta manera se obtiene el beneficio/costo que es lo que nos interesa para la interpretación de los tratamientos. En la última columna observamos la relación beneficio/costo, para cada tratamiento, y esto es la relación entre el beneficio neto/ producción total (egresos), de esta manera se obtiene el beneficio/costo que es lo que nos interesa para la interpretación de los tratamientos.

Para interpretar mejor los resultados observamos (Figura 11), donde se ve los datos de B/C, para cada tratamiento. Se aprecia que el tratamiento T6 (Rootone \*Basales), tuvo un B/C=4.49, lo que significa que por cada 1 Bs. invertido se tiene una ganancia de 4.49 Bs. Por lo que es el tratamiento más recomendable para los agricultores.



**Figura 11. Análisis económico de la relación beneficio/costo de cada tratamiento**

No muy lejos se encuentran los tratamientos: T3 (Roothor\*Basales), T9 (Rapid Root \*Basales), T5 (Rootone\*Intermedios), con una relación de beneficio/costo de: 4.08, 4.02, 4.01 respectivamente. Estos datos son superiores respecto a los tratamientos: T2 (Roothor\*Intermedios), T8 (Rapid Root\*Intermedios), T4 (Rootone\*Subterminal), T1 (Roothor \*Subterminal), T7 (Rapid Root\*Subterminal), los cuales presentaron una relación beneficio/costo de: 3.49, 3.37, 2.92, 2.47, 2.39, respectivamente.

## 7. CONCLUSIONES

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

- El enraizador Rootone obtuvo un mejor porcentaje de prendimiento con 60.69%, mientras que el enraizador Rapid root alcanzo un 51.83% de prendimiento y finalmente el que menos prendimiento tuvo fue el enraizador Roothor con un 48.44% de sobrevivencia, datos al final de la evaluación.
- En cuanto a los diferentes tipos de esquejes, los basales muestran una superioridad en el porcentaje de prendimiento con un 63.28%, seguido de los esquejes intermedios con un 55.47% de prendimiento, mientras que los esquejes subterminales obtuvieron un porcentaje de 42.19% de prendimiento.
- Respecto al numero de brotes se llego a la conclusión de que el enraizador Rootone tuvo un numero de 2.80 brotes, en promedio a los 28 dias de evaluación, en cambio el enraizador Rapid root tuvo alrededor de 2.43 brotes y el que obtuvo un menor numero de brotes fue el Roothor con 2.01 brotes.
- Los esquejes que mayor numero de brotes muestran son los basales y los intermedios con 2.74 y 2.36 brotes respectivamente, el que estuvo por debajo de estos dos esquejes fue el esqueje subterminal con 1.83 brotes.
- La mejor respuesta en cuanto al numero de raíces la tuvo el enraizador Rootone con 6.42 raíces, seguido del enraizador Rapid root con 6.22, posteriormente del enraizador Roothor con 5.50 raíces.
- Respecto a los esquejes el mejor numero de raíces obtuvo el esqueje basal con 7.50 raíces respecto al esqueje intermedio con 5.82 raíces y el esqueje subterminal con 4.82 numero de raíces.

- El comportamiento en cuanto a longitud de raíz se observaron diferencias significativas, el enraizador Rootone obtuvo una mejor respuesta con 5.89 cm, seguido de los enraizadores Rapid root y Roothor con: 5.33 y 4.53 cm respectivamente.
- Respecto a los esquejes la mayor longitud de raíz tuvieron los esquejes basales con 6.42 cm, posteriormente se encontraron los esquejes intermedios y subterminales con: 5.11 y 4.22 cm de longitud de raíz.
- La variable altura de brote no presento diferencias significativas, entre enraizadores, por lo que estadísticamente los tres tipos de esquejes tienen la misma altura de brote.
- La mejor respuesta en altura de brote de los esquejes la tuvo el esqueje basal con 6.14 cm, seguido del esqueje intermedio con 5.36 cm de altura de brote y el esqueje subterminal estuvo por 4.90 cm de altura de brote.
- La última variable de estudio fue el diámetro de tallo del brote donde el enraizador Rootone obtuvo el mejor diámetro con 2.51 mm, seguido del enraizador Rapid root con 2.14 mm, y por ultimo el enraizador Roothor con 1.89 mm de diámetro.
- En cuanto a los esquejes el esqueje basal es el que mejor diámetros obtuvo con 2.47 mm, respecto a los esquejes intermedios y basales con: 2.17 y 1.90 mm respectivamente.
- Respecto a la regresión y correlación que se realizó en las variables de estudio, se observó que existe una relación positiva con todas las variables de estudio, y llegamos a la conclusión que existe dependencia entre las diferentes variables de estudio.

- La propagación asexual, utilizando tres diferentes enraizadores, en la propagación de plantines de estevia es eficiente. En el análisis económico de costos de producción, nos muestra que los costos por plantín en todos los tratamientos fue positivo. Sin embargo los mejores tratamientos fueron: el T6, T3, T9 y el T5, que presentan un beneficio/costo de: 4.49, 4.08, 4.02, y 4.01Bs. respectivamente. Por lo que se recomienda a los productores utilizar estos tratamientos.

## **8. RECOMENDACIONES**

Sobre la base de los resultados y las conclusiones de la investigación, se hacen las siguientes recomendaciones:

- Por los resultados estadísticos y económicos se recomienda la utilización de los enraizadores Rootone, Rapid root y de los esquejes Basal e intermedio, para propagar plantines de estevia, por vía asexual (esquejes). Con fines productivos.
- se recomienda la utilización de fitohormonas biológicas comerciales, que no afecten la producción ecológica, de manera que el agricultor pueda utilizar productos naturales tales como el agua de coco, como enraizante auxinico, la miel de abejas, el agua con sal, y otras que se puedan encontrar en forma natural.
- Realizar trabajos destinados a la identificación y selección de variedades de estevia.
- Realizar ensayos de tipo sustrato en el periodo de enraizamiento es muy importante, por lo cual se recomienda la utilización de fibra de coco picada, musgo húmedo, aserrín descompuesto y otros que puedan favorecer a la emisión de raíces.
- Se recomienda realizar el mismo ensayo en otras zonas y con otras especies para que los datos sean más acertadas.
- Realizar estudios del comportamiento de la estevia, propagado por vía de esquejes en campo definitivo, para evaluar la producción y comparar con estevias propagados por otra vía.

- En las ultimas semanas de evaluación se observo algunas floraciones de brotes sin llegar a desarrollar estas por completo, por lo que se recomienda, no utilizar esquejes de plantas madre mayores a un año.

## 9. BIBLIOGRAFIA

Análisis de la Cadena Productiva del Café en el Cantón Taipiplaya – Caranavi, La Paz, Bolivia. 2004. Tesis de Maestría. Aparicio Porres Juan José, Lara Pizarroso Maria Cynthia Elizabeth, Mollinedo Silvia David L., Morales Ascarrunz Maria Carla, Pacheco Choque Dora, Peñalosa Orellana Marco Antonio. p 58 – 89.

Berthona, A. 1986. Informaciones básicas sobre la Estevia rebaudiana Bert. Universidad estatal de Maringa, Brasil – Maringa. p 70.

Bidwell. R. 1979 Fisiología vegetal segunda edición México. p 86.

Bongcam, E. V. 2003 Guía de compostaje y manejo de suelos. Ciencia y Tecnología. Nro. 10 Bogota, Colombia. p 31.

Caballero W. 1975 Introducción a la Estadística. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San Jose Costa Rica.

Calzada, J. 1982. Métodos estadísticos para la investigación. Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima – Perú. p 32.

Casme. 1989. Retenge Ingeniería-Internacional / Brasil – Sao Pablo / Bolivia, La Paz / Edición. Alborada. p 3 – 33.

Chambi E. 2007. “Aplicación de Fitorregulador Inorgánico DUOFEM a diferentes concentraciones en el enraizamiento de estacas intermedias y basales de Estevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*)”. Tesis de Lic. Ing. Agronómica. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz. Bolivia. p 12 – 26.

Condori E. 2006 “Efecto de enraizadores naturales, en la propagación asexual del Arce Negundo (*Acer negundo*) en vivero de La Paz” Tesis de Lic. Ing. Agronómica.

Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz. Bolivia. p 48 – 52.

Conoce Caranavi, 2004 Revista Local, Municipio de Caranavi, Dirección Nacional de Turismo. p 12 – 25.

Cronquis. 1981. An Integrated System of classification of Flowerin plants Columbia University Press New York. p 1262.

De Vargas R. 1980. Informe sobre viaje al Japón para observar la producción, comercialización e industrialización de la planta Stevia rebaudiana Bertoni. Sp.

Dirección Nacional de Agroindustria (MAGADR) 1997, Informe: “Posibilidades del desarrollo agroindustrial de la Stevia rebaudiana Bertoni en Bolivia”. Tetsuya Sumida (experto del JICA). La Paz – Bolivia, p. 166.

Enríquez. G. y Paredes, A. 1989. El cultivo de cacao. Editorial EUNED. Tercera Reimpresión de la segunda Edición. Serie Cultivos Mayores Nº 4. San José Costa Rica. p 62.

Felipe, G. 1982. Respeito da germinacao de Stevia rebaudiana Bert. Instituto de tecnología de Alimentos, Sao Paulo p 9.

Fortuna Stevia del Paraguay. 1989. promoción – Cultivo Industrialización y Comercialización de la Stevia rebaudiana Bert. Asunción, Paraguay. p 5 – 7.

Fugita H. 1979. Utilización of stevia. Japanese Journal of tropical. Agricultura Tokio. Japón. p 28.

Fundación Bolivia exporta. 1992. Manual para el productor de hoja de Stevia p 4 – 5.

Jordán Molero, F. 1984. El ka'a he'e, *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni, Análisis bibliográfico y anotaciones hortícolas. p 75.

Hartmann. H. y Kester. D. 1998. Propagación de plantas, principios y prácticas. Sexta reimpresión. México D. F. editorial Continental. p 92 – 319.

Hernández, J. 1983. Fitotecnia del Cacao. Editorial Pueblo y Educación, segunda reimpresión de la primera edición: Playa, La habana – Cuba. p 230.

Hurtado. D. y et al. 1997. Cultivo de tejidos vegetales. Editorial Trillas. México. p. 49 – 63.

Informe: “Posibilidades del desarrollo agroindustrial de la *Stevia rebaudiana* Bertoni en Bolivia”. Tetsuya Sumida (experto del JICA), Dirección Nacional de Agroindustria (MAGADR). La Paz – Bolivia, Octubre de 1997 p. 166.

Lizarro. W. 1997. Tesis de Grado. “Evaluación Agronómica y Económica de los Sistemas de Producción de Café Orgánico y Convencional (*Coffea arábica L.*), a nivel productor de los Yungas de La Paz”. UMSA. Facultad de Agronomía, La Paz – Bolivia. p 160.

Maldonado R. 1990. “Multiplicación por Injerto GF – 677, por estaquillado en verde”. Tesis de Grado UMSS. FCAP, Martín Cárdenas, p 180.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Desarrollo rural en Bolivia 1997. Hernando Bertoni, Ministro de Investigación y Extensión Agropecuaria Forestal. Proyecto de Investigación de cultivo en fincas pequeñas / USAID – CREDICOOPS / El Ka a-he e / *Stevia rebaudiana* Bertoni / Análisis Bibliográfico y anotaciones Hortícola / Francisco Jordán Molero / Asunción – Paraguay / 1984. p 6 – 11.

Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2006. Recomendaciones técnicas para la producción sustentable del Ka'a hee (*Stevia rebaudiana Bertoni*) en el Paraguay. Subsecretaría de Estado de Agricultura Dirección de Investigación Agrícola. Paraguay. p 68.

Pajas G. 2000. "Niveles de fertilización orgánica en el cultivo de Estevia en la Localidad de San Buenaventura" Tesis Lic. Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz – Bolivia. p 8.

PDA, Proyecto de Desarrollo Alternativo Taipiplaya 1998, Boletín Informativo.

Perrín R. 1988. Manual La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Manual metodológico de evaluación económica. CYMMYT. México. P 13 – 30.

Rodríguez, M. 1991. Fisiología Vegetal. Editorial los amigos del Libro, Cochabamba – La Paz – Bolivia. p 295 – 336.

Rojas. M. y Ramírez. H. 1993. Control hormonal del desarrollo de las plantas. Segunda edición Limusa. México. D. F. p 15 – 56.

Sakaguchi 1982. As pesquisas japonesas com. *Stevia rebaudiana Bertoni* esteviosideo. Ciencia e Cultura N. 34 p 235 -242.

Shock. C. 1982. Experimental. Cultivation of Rebaudis *Stevia* in California. Agronomy. Progress Report. P 4 – 5.

Síntesis del Informe Técnico. 2002. Desarrollo agroindustrial de la *Stevia rebaudiana (Bert)*, en los yungas de La Paz, consultores Alfonso Celso Candiera Volois: Carmen Zapata Castellón: Valentina Ana Apaza Cana/asistente técnico Severino Mamani M./FIDA/MERCOSUR. P 77 – 90 – 92.

Soejarto, D. 1983. Ethno botanical notes on Stevia. Botanical Museum Leaflets. Cambridge, Massachussets, Harvard University. Vol. 29 Nro 1. p 12.

Sotes. U. 1997. Multiplicación de la Vid. EST. Madrid España. p 85.

Tamaro, D. 1984. Tratado de Fruticultura. Edicion Limusa. Madrid España. p 178 – 280.

Vallejos 2004. “Efecto de distintos dosis de abono orgánico de estevia”. Tesis Lic. Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz – Bolivia. p 8.

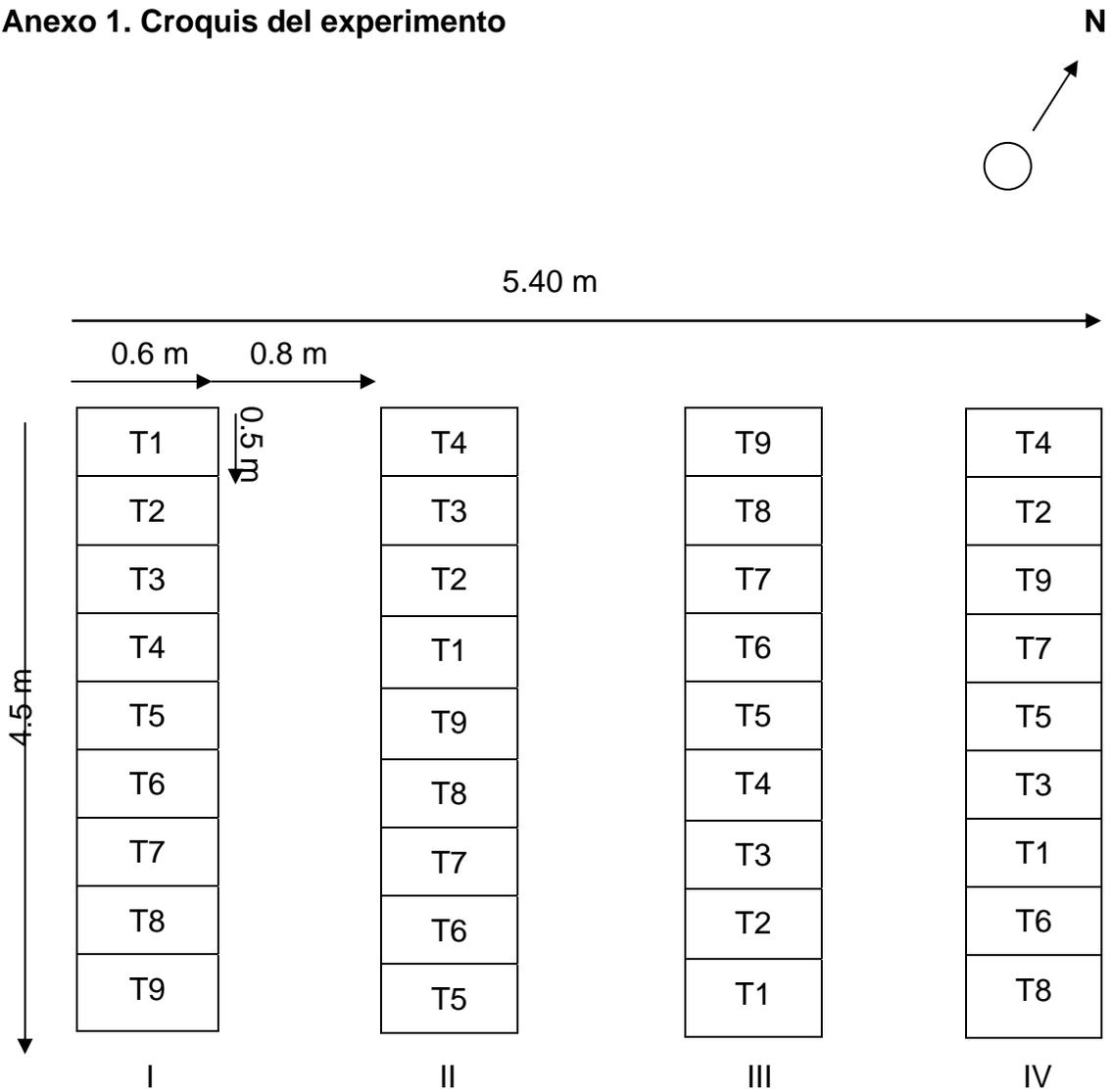
Villachica, H. 1996. Frutas y Hortalizas. Promisorios de la Amazonia. Editorial Tratado de Cooperación Amazónica. Secretaria Pro-tempore. Lima, Perú. p 367.

Weaver. J. R. 1990. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. México. Trillas. p 92 – 622.

Willarroel. E. 1997. Efecto de diferentes dosis de fitorreguladores sobre enraizamiento de esquejes, extraídos de tres estratos de las ramas de pimienta. Tesis Ing. Agr. Cochabamba, Bolivia. Universidad San Simón. P 44 – 67.

# ANEXOS

## Anexo 1. Croquis del experimento



### DETALLES

Largo total = 5.40 m  
 Ancho total = 4.50 m  
 Área total = 24.3 m<sup>2</sup>  
 T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9 = Tratamientos  
 I, II, III, IV = Repeticiones

## Anexo 2. Promedios a la última medición de las variables de respuesta

tratamientos	Prendimiento (%)	Numero de brotes	Numero de raíz	Longitud de raíz (cm)	Altura de Brote (cm)	Diámetro del brote (mm)
T1 =Roothor *Subterminal	38.28	1.58	4.25	3.42	4.71	1.58
T2 =Roothor*Intermedios	50.00	2.00	5.75	4.54	5.54	1.79
T3 =Roothor*Basales	57.03	2.46	6.50	5.63	5.71	2.29
T4 =Rootone*Subterminal	47.66	2.25	5.13	4.67	5.13	2.25
T5 =Rootone*Intermedios	63.28	2.88	5.96	5.50	5.50	2.54
T6 =Rootone *Basales	71.09	3.29	8.17	7.50	6.96	2.75
T7 =Rapid Root*Subterminal	40.63	2.04	5.08	4.58	4.88	1.88
T8 =Rapid Root*Intermedios	53.13	2.38	5.75	5.29	5.04	2.17
T9 =Rapid Root *Basales	61.72	2.79	7.83	6.13	5.75	2.38

**Fuente:** elaboración propia en base a los datos registrados en la última evaluación (28 días)

**Anexo 3. Datos del porcentaje de prendimiento a los 7 días de evaluación**

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
<b>T1</b>	50,00	59,38	43,75	50,00	<b>50,78</b>
<b>T2</b>	62,50	56,25	65,63	56,25	<b>60,16</b>
<b>T3</b>	59,38	68,75	75,00	62,50	<b>66,41</b>
<b>T4</b>	56,25	68,75	62,50	68,75	<b>64,06</b>
<b>T5</b>	68,75	65,63	78,13	81,25	<b>73,44</b>
<b>T6</b>	81,25	87,50	93,75	84,38	<b>86,72</b>
<b>T7</b>	53,13	62,50	46,88	56,25	<b>54,69</b>
<b>T8</b>	62,50	50,00	68,75	75,00	<b>64,06</b>
<b>T9</b>	75,00	81,25	71,88	84,38	<b>78,13</b>
<b>Promedio</b>	<b>63.19</b>	<b>66.67</b>	<b>67.36</b>	<b>68,75</b>	<b>66,49</b>

**Anexo 4. Datos del porcentaje de prendimiento a los 14 días de evaluación**

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
<b>T1</b>	40,63	50,00	37,50	43,75	<b>42,97</b>
<b>T2</b>	53,13	50,00	65,63	53,13	<b>55,47</b>
<b>T3</b>	59,38	62,50	71,88	56,25	<b>62,5</b>
<b>T4</b>	46,88	56,25	50,00	53,13	<b>51,56</b>
<b>T5</b>	65,63	62,50	68,75	78,13	<b>68,75</b>
<b>T6</b>	71,88	75,00	84,38	75,00	<b>76,56</b>
<b>T7</b>	46,88	56,25	46,88	43,75	<b>48,44</b>
<b>T8</b>	56,25	50,00	62,50	71,88	<b>60,16</b>
<b>T9</b>	68,75	65,63	62,50	75,00	<b>67,97</b>
<b>Promedio</b>	<b>56,60</b>	<b>58,68</b>	<b>61,11</b>	<b>61,11</b>	<b>59,38</b>

**Anexo 5. Datos del porcentaje de prendimiento a los 21 días de evaluación**

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
<b>T1</b>	37,50	46,88	31,25	43,75	<b>39,84</b>
<b>T2</b>	50,00	46,88	62,50	46,88	<b>51,56</b>
<b>T3</b>	56,25	62,50	62,50	53,13	<b>58,59</b>
<b>T4</b>	46,88	53,13	46,88	46,88	<b>48,44</b>
<b>T5</b>	59,38	62,50	68,75	68,75	<b>64,84</b>
<b>T6</b>	68,75	75,00	78,13	68,75	<b>72,66</b>
<b>T7</b>	43,75	46,88	40,63	37,50	<b>42,19</b>
<b>T8</b>	50,00	46,88	53,13	68,75	<b>54,69</b>
<b>T9</b>	68,75	56,25	59,38	65,63	<b>62,50</b>
<b>Promedio</b>	<b>53,47</b>	<b>55,21</b>	<b>55,90</b>	<b>55,56</b>	<b>55,03</b>

### Anexo 6. Datos del porcentaje de prendimiento a los 28 días de evaluación

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
T1	37,50	43,75	31,25	40,63	<b>38,28</b>
T2	46,88	46,88	59,38	46,88	<b>50,00</b>
T3	53,13	59,38	62,50	53,13	<b>57,03</b>
T4	46,88	50,00	46,88	46,88	<b>47,66</b>
T5	56,25	62,50	65,63	68,75	<b>63,28</b>
T6	65,63	75,00	75,00	68,75	<b>71,09</b>
T7	40,63	43,75	40,63	37,50	<b>40,63</b>
T8	46,88	46,88	50,00	68,75	<b>53,13</b>
T9	68,75	56,25	56,25	65,63	<b>61,72</b>
<b>Promedio</b>	<b>51,39</b>	<b>53,83</b>	<b>54,17</b>	<b>55,21</b>	<b>53,65</b>

### Anexo 7. Datos del número de brotes a los 7 días

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
T1	0,67	0,83	1,17	1,00	<b>0,92</b>
T2	1,17	1,00	1,33	1,50	<b>1,25</b>
T3	1,50	1,33	1,67	2,00	<b>1,63</b>
T4	1,50	1,67	1,50	1,50	<b>1,54</b>
T5	1,67	2,00	2,17	2,00	<b>1,96</b>
T6	2,33	2,50	2,67	2,50	<b>2,50</b>
T7	1,17	1,33	1,00	1,33	<b>1,21</b>
T8	1,67	1,50	1,33	1,67	<b>1,54</b>
T9	1,83	2,00	2,00	2,33	<b>2,04</b>
<b>Promedio</b>	<b>1,50</b>	<b>1,57</b>	<b>1,65</b>	<b>1,76</b>	<b>1,62</b>

### Anexo 8. Datos del número de brotes a los 14 días

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
T1	0,83	0,67	1,17	1,33	<b>1,00</b>
T2	1,33	1,50	1,50	1,67	<b>1,50</b>
T3	1,67	1,50	2,00	2,50	<b>1,92</b>
T4	1,50	1,83	1,50	1,67	<b>1,63</b>
T5	2,33	2,00	2,00	2,33	<b>2,17</b>
T6	2,83	2,83	2,67	3,00	<b>2,83</b>
T7	1,33	1,00	1,33	1,00	<b>1,17</b>
T8	2,00	1,17	1,50	1,83	<b>1,63</b>
T9	2,33	2,17	2,33	2,50	<b>2,33</b>
<b>Promedio</b>	<b>1,80</b>	<b>1,63</b>	<b>1,78</b>	<b>1,98</b>	<b>1,80</b>

### Anexo 9. Datos del número de brotes a los 21 días

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
T1	1,17	1,50	1,67	1,50	1,46
T2	1,50	1,67	1,83	2,00	1,75
T3	2,00	1,83	2,33	2,83	2,25
T4	2,00	2,17	2,00	1,83	2,00
T5	2,50	2,67	2,67	2,67	2,63
T6	3,00	3,17	2,83	3,17	3,04
T7	1,67	1,83	1,67	2,00	1,79
T8	2,17	2,00	1,83	2,33	2,08
T9	2,50	2,50	2,67	2,83	2,63
<b>Promedio</b>	<b>2,06</b>	<b>2,15</b>	<b>2,17</b>	<b>2,35</b>	<b>2,18</b>

### Anexo 10. Datos del número de brotes a los 28 días

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
T1	1,17	1,67	1,67	1,50	1,50
T2	1,67	1,83	2,17	2,33	2,00
T3	2,17	1,83	2,50	3,00	2,38
T4	2,33	2,17	2,00	2,17	2,17
T5	2,50	3,00	2,83	2,67	2,75
T6	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17
T7	1,67	1,83	1,83	2,00	1,83
T8	2,33	2,33	2,17	2,50	2,33
T9	2,50	2,67	2,67	2,83	2,67
<b>Promedio</b>	<b>2,17</b>	<b>2,28</b>	<b>2,33</b>	<b>2,46</b>	<b>2,31</b>

### Anexo 11. Datos de número de raíces emitidos por esqueje

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
T1	3,83	4,67	4,33	4,17	4,25
T2	5,33	6,00	5,33	6,33	5,75
T3	6,67	6,33	6,00	7,00	6,50
T4	5,00	5,00	5,17	5,33	5,13
T5	6,00	5,67	5,83	6,33	5,96
T6	8,00	6,50	8,50	9,67	8,17
T7	4,83	5,17	5,00	5,33	5,08
T8	5,83	6,83	5,33	5,00	5,75
T9	7,00	8,00	7,67	8,67	7,83
<b>Promedio</b>	<b>5,83</b>	<b>6,02</b>	<b>5,91</b>	<b>6,43</b>	<b>6,05</b>

**Anexo 12. Datos de longitud de raíces emitidos por esqueje en cm**

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
<b>T1</b>	3,67	3,00	3,33	3,67	<b>3,42</b>
<b>T2</b>	4,33	4,17	4,67	5,00	<b>4,54</b>
<b>T3</b>	5,00	5,33	6,00	6,17	<b>5,63</b>
<b>T4</b>	4,83	4,17	5,00	4,67	<b>4,67</b>
<b>T5</b>	5,67	5,00	5,33	6,00	<b>5,50</b>
<b>T6</b>	7,67	6,50	7,50	8,33	<b>7,50</b>
<b>T7</b>	4,67	4,33	4,33	5,00	<b>4,58</b>
<b>T8</b>	5,33	4,67	5,33	5,83	<b>5,29</b>
<b>T9</b>	6,33	5,00	6,50	6,67	<b>6,13</b>
<b>Promedio</b>	<b>5,28</b>	<b>4,69</b>	<b>5,33</b>	<b>5,70</b>	<b>5,25</b>

**Anexo 13. Datos de altura de brote en cm**

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
<b>T1</b>	4,17	4,67	5,00	5,00	<b>4,71</b>
<b>T2</b>	4,33	5,33	6,00	6,50	<b>5,54</b>
<b>T3</b>	4,67	5,17	6,33	6,67	<b>5,71</b>
<b>T4</b>	4,83	4,67	5,00	6,00	<b>5,13</b>
<b>T5</b>	5,67	5,00	5,33	6,00	<b>5,50</b>
<b>T6</b>	6,33	6,00	7,50	8,00	<b>6,96</b>
<b>T7</b>	5,00	4,00	5,17	5,33	<b>4,88</b>
<b>T8</b>	4,00	5,00	5,33	5,83	<b>5,04</b>
<b>T9</b>	5,33	5,00	6,00	6,67	<b>5,75</b>
<b>Promedio</b>	<b>4,93</b>	<b>4,98</b>	<b>5,74</b>	<b>6,22</b>	<b>5,47</b>

**Anexo 14. Datos de diámetro de tallo de brote en mm**

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
<b>T1</b>	1,33	1,00	2,00	2,00	<b>1,58</b>
<b>T2</b>	1,67	1,33	2,33	1,83	<b>1,79</b>
<b>T3</b>	1,83	2,17	2,50	2,67	<b>2,29</b>
<b>T4</b>	2,00	2,33	2,17	2,50	<b>2,25</b>
<b>T5</b>	2,17	2,50	2,67	2,83	<b>2,54</b>
<b>T6</b>	2,50	2,67	2,83	3,00	<b>2,75</b>
<b>T7</b>	1,50	2,00	1,83	2,17	<b>1,88</b>
<b>T8</b>	1,67	2,33	2,17	2,50	<b>2,17</b>
<b>T9</b>	2,33	2,00	2,50	2,67	<b>2,38</b>
<b>Promedio</b>	<b>1,89</b>	<b>2,04</b>	<b>2,33</b>	<b>2,46</b>	<b>2,18</b>

## Anexo15. Relación Beneficio/costo para el tratamiento 1 (Roothor \* Subterminal)

### 1, EGRESOS

Item	unidad	cantidad	precio unitario (Bs)	Total financiero (Bs)
------	--------	----------	----------------------	-----------------------

#### Insumos

Fungicida Helmistin	ml	0,02	0,4	0,008
Insecticida	ml	0,9	0,25	0,225
enraizador Roothor	ml	0,85	1,12	0,952
Esquejes (Subterminal)	unidad	32	0,1	3,200
Arena	m3	0,45	2	0,900
Turba	m3	0,205	3	0,615
Agua destilada	L	0,305	1,5	0,458
Basamid ®	g	0,155	1,25	0,194

Total	6,551			
-------	-------	--	--	--

#### Costos de producción

Preparación del terreno	jornal	0,75	3,5	2,625
plantación y traslado	jornal	0,25	3,5	0,875
deshierbe	jornal	0,25	3,5	0,875
control fitosanitario	jornal	0,08	3,5	0,280
Riego	jornal	0,58	3,5	2,030

Total	6,685			
-------	-------	--	--	--

TOTAL COSTO (EGRESOS)	13,236			
-----------------------	--------	--	--	--

### 2, INGRESOS

Item	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Bs)	Total (Bs)
Venta de plantines	Unidad	38,28	1,2	45,94

Total	45,94			
-------	-------	--	--	--

BENEFICIO NETO	32,70			
----------------	-------	--	--	--

BENEFICIO COSTO (B/C)	2,47			
-----------------------	------	--	--	--

## Anexo 16. Relación Beneficio/costo para el tratamiento 2 (Roothor \* Intermedios)

### 1, EGRESOS

Item	unidad	cantidad	precio unitario (Bs)	Total financiero (Bs)
Insumos				
Fungicida Helmistin	ml	0,02	0,4	0,008
Insecticida	ml	0,9	0,25	0,225
enraizador Roothor	ml	0,95	1,12	1,064
Esquejes (Intermedio)	unidad	32	0,1	3,200
Arena	m3	0,45	2	0,900
Turba	m3	0,205	3	0,615
Agua destilada	L	0,305	1,5	0,458
Basamid ®	g	0,155	1,25	0,194

Total	6,663
-------	-------

### Costos de producción

Preparación del terreno	jornal	0,75	3,5	2,625
plantación y traslado	jornal	0,25	3,5	0,875
deshierbe	jornal	0,25	3,5	0,875
control fitosanitario	jornal	0,08	3,5	0,280
Riego	jornal	0,58	3,5	2,030

Total	6,685
-------	-------

TOTAL COSTO (EGRESOS)	13,348
-----------------------	--------

### 2, INGRESOS

Item	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Bs)	Total (Bs)
Venta de plantines	Unidad	50	1,2	60,00

Total	45,94
-------	-------

BENEFICIO NETO	46,65
----------------	-------

BENEFICIO COSTO (B/C)	3,49
-----------------------	------

## Anexo 17. Relación Beneficio/costo para el tratamiento 3 (Roothor\*Basales)

### 1, EGRESOS

Item	unidad	cantidad	precio unitario (Bs)	Total financiero (Bs)
Insumos				
Fungicida Helmistin	ml	0,02	0,4	0,008
Insecticida	ml	0,9	0,25	0,225
enraizador Roothor	ml	1,05	1,12	1,176
Esquejes (Basal)	unidad	32	0,1	3,200
Arena	m3	0,45	2	0,900
Turba	m3	0,205	3	0,615
Agua destilada	L	0,305	1,5	0,458
Basamid ®	g	0,155	1,25	0,194

Total	6,775
-------	-------

### Costos de producción

Preparación del terreno	jornal	0,75	3,5	2,625
plantación y traslado	jornal	0,25	3,5	0,875
deshierbe	jornal	0,25	3,5	0,875
control fitosanitario	jornal	0,08	3,5	0,280
Riego	jornal	0,58	3,5	2,030

Total	6,685
-------	-------

TOTAL COSTO (EGRESOS)	13,460
-----------------------	--------

### 2, INGRESOS

Item	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Bs)	Total (Bs)
Venta de plantines	Unidad	57,03	1,2	68,44

Total	45,94
-------	-------

BENEFICIO NETO	54,98
----------------	-------

BENEFICIO COSTO (B/C)	4,08
-----------------------	------

## Anexo 18. Relación Beneficio/costo para el tratamiento 4 (Rootone\* Subterminal.)

### 1, EGRESOS

Item	unidad	cantidad	precio unitario (Bs)	Total financiero (Bs)
Insumos				
Fungicida Helmistin	ml	0,02	0,4	0,008
Insecticida	ml	0,9	0,25	0,225
enraizador Rootone	g	1,5	1,85	2,775
Esquejes (Subterminal)	unidad	32	0,1	3,200
Arena	m3	0,45	2	0,900
Turba	m3	0,205	3	0,615
Basamid ®	g	0,155	1,25	0,194

Total	7,917
-------	-------

### Costos de producción

Preparación del terreno	jornal	0,75	3,5	2,625
plantación y traslado	jornal	0,25	3,5	0,875
deshierbe	jornal	0,25	3,5	0,875
control fitosanitario	jornal	0,08	3,5	0,280
Riego	jornal	0,58	3,5	2,030

Total	6,685
-------	-------

TOTAL COSTO (EGRESOS)	14,602
-----------------------	--------

### 2, INGRESOS

Item	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Bs)	Total (Bs)
Venta de plantines	Unidad	47,66	1,2	57,19

Total	45,94
-------	-------

BENEFICIO NETO	42,59
----------------	-------

BENEFICIO COSTO (B/C)	2,92
-----------------------	------

## Anexo 19. Relación Beneficio/costo para el tratamiento 5 (Rootone \* Intermedios)

### 1, EGRESOS

Item	unidad	cantidad	precio unitario (Bs)	Total financiero (Bs)
Insumos				
Fungicida Helmistin	ml	0,02	0,4	0,008
Insecticida	ml	0,9	0,25	0,225
enraizador Rootone	g	1,8	1,85	3,330
Esquejes (Intermedio)	unidad	32	0,1	3,200
Arena	m3	0,45	2	0,900
Turba	m3	0,205	3	0,615
Basamid ®	g	0,155	1,25	0,194

Total	8,472
-------	-------

### Costos de producción

Preparación del terreno	jornal	0,75	3,5	2,625
plantación y traslado	jornal	0,25	3,5	0,875
deshierbe	jornal	0,25	3,5	0,875
control fitosanitario	jornal	0,08	3,5	0,280
Riego	jornal	0,58	3,5	2,030

Total	6,685
-------	-------

TOTAL COSTO (EGRESOS)	15,157
-----------------------	--------

### 2, INGRESOS

Item	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Bs)	Total (Bs)
Venta de plantines	Unidad	63,28	1,2	75,94

Total	45,94
-------	-------

BENEFICIO NETO	60,78
----------------	-------

BENEFICIO COSTO (B/C)	4,01
-----------------------	------

## Anexo 20. Relación Beneficio/costo para el tratamiento 6 (Rootone \*Basales)

### 1, EGRESOS

Item	unidad	cantidad	precio unitario (Bs)	Total financiero (Bs)
Insumos				
Fungicida Helmistin	ml	0,02	0,4	0,008
Insecticida	ml	0,9	0,25	0,225
enraizador Rootone	g	2	1,85	3,700
Esquejes (Basal)	unidad	32	0,1	3,200
Arena	m3	0,45	2	0,900
Turba	m3	0,205	3	0,615
Basamid ®	g	0,155	1,25	0,194

Total	8,842
-------	-------

### Costos de producción

Preparación del terreno	jornal	0,75	3,5	2,625
plantación y traslado	jornal	0,25	3,5	0,875
deshierbe	jornal	0,25	3,5	0,875
control fitosanitario	jornal	0,08	3,5	0,280
Riego	jornal	0,58	3,5	2,030

Total	6,685
-------	-------

TOTAL COSTO (EGRESOS)	15,527
-----------------------	--------

### 2, INGRESOS

Item	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Bs)	Total (Bs)
Venta de plantines	Unidad	71,09	1,2	85,31

Total	45,94
-------	-------

BENEFICIO NETO	69,78
----------------	-------

BENEFICIO COSTO (B/C)	4,49
-----------------------	------

## Anexo 21. Relación Beneficio/costo del tratamiento 7 (Rapid Root \* Subterminal)

### 1, EGRESOS

Item	unidad	cantidad	precio unitario (Bs)	Total financiero (Bs)
Insumos				
Fungicida Helmistin	ml	0,02	0,4	0,008
Insecticida	ml	0,9	0,25	0,225
enraizador Rapid root	g	1,7	1,5	2,550
Esquejes (Subterminal)	unidad	32	0,1	3,200
Arena	m3	0,45	2	0,900
Turba	m3	0,205	3	0,615
Basamid ®	g	0,155	1,25	0,194

Total	7,692
-------	-------

### Costos de producción

Preparación del terreno	jornal	0,75	3,5	2,625
plantación y traslado	jornal	0,25	3,5	0,875
deshierbe	jornal	0,25	3,5	0,875
control fitosanitario	jornal	0,08	3,5	0,280
Riego	jornal	0,58	3,5	2,030

Total	6,685
-------	-------

TOTAL COSTO (EGRESOS)	14,377
-----------------------	--------

### 2, INGRESOS

Item	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Bs)	Total (Bs)
Venta de plantines	Unidad	40,63	1,2	48,76

Total	45,94
-------	-------

BENEFICIO NETO	34,38
----------------	-------

BENEFICIO COSTO (B/C)	2,39
-----------------------	------

## Anexo 22. Relación Beneficio/costo del tratamiento 8 (Rapid Root Intermedios) \*

### 1, EGRESOS

Item	unidad	cantidad	precio unitario (Bs)	Total financiero (Bs)
Insumos				
Fungicida Helmistin	ml	0,02	0,4	0,008
Insecticida	ml	0,9	0,25	0,225
enraizador Rapid root	g	1,85	1,5	2,775
Esquejes (Intermedio)	unidad	32	0,1	3,200
Arena	m3	0,45	2	0,900
Turba	m3	0,205	3	0,615
Basamid ®	g	0,155	1,25	0,194

Total	7,917
-------	-------

### Costos de producción

Preparación del terreno	jornal	0,75	3,5	2,625
plantación y traslado	jornal	0,25	3,5	0,875
deshierbe	jornal	0,25	3,5	0,875
control fitosanitario	jornal	0,08	3,5	0,280
Riego	jornal	0,58	3,5	2,030

Total	6,685
-------	-------

TOTAL COSTO (EGRESOS)	14,602
-----------------------	--------

### 2, INGRESOS

Item	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Bs)	Total (Bs)
Venta de plantines	Unidad	53,13	1,2	63,76

Total	45,94
-------	-------

BENEFICIO NETO	49,15
----------------	-------

BENEFICIO COSTO (B/C)	3,37
-----------------------	------

**Anexo 23. Relación Beneficio/costo para el tratamiento 9 = (Rapid Root \*Basales)**

1, EGRESOS

Item	unidad	cantidad	precio unitario (Bs)	Total financiero (Bs)
Insumos				
Fungicida Helmistin	ml	0,02	0,4	0,008
Insecticida	ml	0,9	0,25	0,225
enraizador Rapid root	g	1,95	1,5	2,925
Esquejes (Basal)	unidad	32	0,1	3,200
Arena	m3	0,45	2	0,900
Turba	m3	0,205	3	0,615
Basamid ®	g	0,155	1,25	0,194

Total	8,067
-------	-------

Costos de producción

Preparación del terreno	jornal	0,75	3,5	2,625
plantación y traslado	jornal	0,25	3,5	0,875
deshierbe	jornal	0,25	3,5	0,875
control fitosanitario	jornal	0,08	3,5	0,280
Riego	jornal	0,58	3,5	2,030

Total	6,685
-------	-------

TOTAL COSTO (EGRESOS)	14,752
-----------------------	--------

2, INGRESOS

Item	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Bs)	Total (Bs)
Venta de plantines	Unidad	61,72	1,2	74,06

Total	45,94
-------	-------

BENEFICIO NETO	59,31
----------------	-------

BENEFICIO COSTO (B/C)	4,02
-----------------------	------