

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE AGRONOMÍA

Acreditada Internacionalmente por el MERCOSUR y el CONEAU - ARGENTINA

CARRERA TÉCNICA SUPERIOR AGROPECUARIA DE VIACHA



TESINA DE GRADO

**EFECTO DE LA APLICACIÓN DE ENRAIZADOR A BASE DE
ALOE VERA (*Aloe vera* L.) EN ESTACAS DE ESTEVIA
(*Stevia rebaudiana* Bert.) EN LA LOCALIDAD DE ALTO BENI**

Presentado por:

VÍCTOR MARIO SANTOS MIRABAL

La Paz – Bolivia

2012

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA TECNICA SUPERIOR AGROPECUARIA DE VIACHA
Acreditada Internacionalmente por el MERCOSUR y el CONEAU - ARGENTINA

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE ENRAIZADOR A BASE DE
ALOE VERA (*Aloe vera* L.) EN ESTACAS DE ESTEVIA
(*Stevia rebaudiana* Bert.) EN LA LOCALIDAD DE ALTO BENI**

Tesina de Grado presentado como requisito
para obtener el Título de:

TÉCNICO SUPERIOR EN AGROPECUARIA

Presentado por:

VÍCTOR MARIO SANTOS MIRABAL

ASESOR:

Ing. M.Sc. Ramiro Augusto Mendoza Nogales

TRIBUNAL REVISOR:

Ing. M.Sc. Rubén Jacobo Trigo Riveros

Ing. José Santos Villacorta Espinoza

VºBº.....
PDTE. DEL TRIBUNAL

Dedicado:

*A mis padres:
Víctor Santos (+) y Ana Mirabal,
quienes me dieron todo su
amor, comprensión y apoyo día a día.*

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitirme ver la luz.

A mi padres Víctor Santos (+) y Ana Mirabal, por haberme dado la vida y enseñarme a ser un hombre de bien.

A Rosalía, mi futura esposa, por su apoyo, su tolerancia, comprensión y amor.

A mis herman@s: Alcira, Rina, Limbert, Rosario, María, Álvaro y Brito, que siempre me apoyan. A mis queridos sobrin@s por ser un impulso para continuar y llegar a mi meta.

Al Ing. Daniel Poroma e Ing. Norah Humérez, por su amistad, apoyo y sugerencias para la elaboración de este trabajo.

A la familia Aguirre Cruz, por permitirme realizar el trabajo de campo en Alto Beni, además de aprender muchas cosas del lugar.

A docentes de la Carrera Técnica Superior Agropecuaria de Viacha, por haberme transmitido sus conocimientos en las distintas asignaturas y colaboración del presente trabajo.

A mis amig@s que me apoyaron moralmente para la culminación de este trabajo.

A mi asesor Ing. Ramiro Mendoza por su amistad y orientación desinteresada hasta la presentación de esta tesina.

A mis revisores Ing. Rubén Trigo e Ing. José Villacorta, por darme su amistad, orientación y revisión del presente trabajo.

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en la Colonia Nueva Kollasuyo que corresponde al área IV de Alto Beni de la provincia Caranavi del departamento de La Paz. Geográficamente se encuentra entre los paralelos 15°32' de latitud Sur y 67°23' de longitud Oeste, y a una altitud aproximadamente de 450 m.s.n.m. Se evaluó el: efecto de la aplicación de enraizador a base de *Aloe vera* en estacas de estevia.

Se utilizó el diseño bloques al azar, con dos factores: Estacas (terminal e intermedia), Concentraciones (6, 8, 10 y 0%), de *Aloe vera* y un testigo.

A las cuatro semanas se evaluaron los siguientes parámetros: porcentaje de estacas prendidas, número de brotes, número de hojas, número y longitud de raíz.

En las partes de la rama, las estacas terminales obtuvieron mayor porcentaje de prendimiento con 52,4%, mientras que las estacas intermedias con 46,04% de prendimiento. Mientras que las demás variables no presentaron diferencias significativas.

En los tratamientos con la aplicación del enraizador natural a base de *Aloe vera*, en sus diferentes concentraciones, mejoran las características de la planta con relación al testigo, se pudo observar que a concentraciones de 6% (60 ml) y 8% (80 ml), se obtuvo 55,55 y 56,94% de prendimiento, 1,88 y 2,08 en el número de brotes por planta, 7,04 y 7,07 en el número de hojas por planta, 3,26 y 3,34 en el número de raíz y en cuanto a la longitud de raíz se tuvo 2,79 y 2,84 cm respectivamente.

La aplicación del enraizador natural a base de *A. vera* a una concentración superior de 10% (100 ml), tienen efectos negativos en la conformación de las características de los plantones de estevia, esto puede deberse a que existe una alta toxicidad del producto.

ÍNDICE

Contenido	Pág.	
1	INTRODUCCION.....	1
1	Justificación.....	2
1.1	Objetivo General.....	3
1.2	Objetivos Específicos.....	3
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1	Antecedentes.....	4
2.2	Importancia Económica.....	4
2.2.1	Producción de Estevia a Nivel Mundial.....	5
2.2.2	Producción de Estevia en Bolivia.....	5
2.3	La Estevia	6
2.4	Origen y Distribución.....	6
2.4.1	Clasificación Taxonómica.....	7
2.4.2	Características del Esteviosido.....	7
2.4.3	Propiedades de la Estevia.....	8
2.4.4	Variedades de Estevia.....	9
2.4.5	Características Agronómicas.....	9
2.4.6	Requerimientos Ecológicos.....	10
2.4.6.1	Clima.....	10
2.4.6.2	Suelo.....	10
2.4.6.3	Fotoperiodo.....	11
2.5	Aspectos del Cultivo.....	11
2.5.1	Propagación.....	11
2.5.2	Propagación por semilla.....	11
2.5.3	División o Separación de Cepas.....	12
2.5.4	Hijuelos.....	12
2.5.5	Propagación Vegetativa.....	12
2.5.5.1	Ventajas de la Propagación Vegetativa.....	14
2.6	Plagas y Enfermedades.....	14
2.6.1	Medidas de Control de las Enfermedades.....	15
2.7	Plagas.....	16
2.8	Planta de Aloe vera	16
2.8.1	Clasificación Botánica.....	17
2.8.2	Composición Química del Gel de Aloe vera.....	17
2.8.3	Propiedades del Aloe vera.....	18
2.8.4	Fisiología del Enraizamiento.....	20
2.8.4.1	Inducción del Enraizamiento de Estacas.....	21
2.8.4.2	Condiciones Ambientales Durante el Enraizamiento.....	22
2.8.5	Hormonas.....	23
2.8.5.1	Función de las Hormonas.....	24
2.8.5.2	Acción Fundamental de las Hormonas.....	24
2.8.5.3	Características de las Sustancias Naturales de Desarrollo.....	25
2.8.5.4	Las Auxinas.....	25

2.8.5.5	Mecanismos de Acción.....	25
2.8.5.6	Distribución.....	26
2.8.5.7	Transporte.....	26
2.8.5.8	Efectos Característicos de las Auxinas.....	26
2.8.5.9	Fitorreguladores Hormonales.....	27
2.8.6	Estudios Realizados con Aloe vera.....	28
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
3.1.	Ubicación.....	30
3.1.1	Características Ecológicas.....	30
3.2	Materiales.....	32
3.2.1	Material de Campo.....	32
3.2.2	Material Vegetal.....	32
3.2.3	Material de Gabinete.....	32
3.3	Métodos.....	33
3.3.1	Ubicación y Limpieza de Terreno.....	33
3.3.2	Infraestructura del Vivero.....	33
3.3.3	Construcción Camas de Enraizamiento.....	33
3.3.4	Recolección del Material Vegetal.....	34
3.3.5	Preparación de las Concentraciones.....	35
3.3.6	Preparación del Material Vegetal.....	35
3.3.7	Plantado de Estacas o Esquejes.....	36
3.3.8	Labores Culturales.....	37
3.3.8.1	Riego.....	37
3.3.8.2	Tratamientos.....	37
3.3.8.3	Deshierbe.....	37
3.3.9	Factores y Niveles de Estudio	38
3.3.10	Diseño Experimental.....	38
3.3.10.1	Modelo Lineal Aditivo.....	38
3.3.11	Croquis del Experimento.....	39
3.4	Variables de Respuesta.....	41
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	42
4.1	Porcentaje de Estacas Prendidas.....	42
4.2	Número de Brotes.....	45
4.3	Número de Hojas.....	48
4.4	Número de Raíz.....	52
4.5	Longitud de Raíz.....	55
4.6	Análisis Económico.....	58
5	CONCLUSIONES.....	59
6	RECOMENDACIONES.....	60
7	BIBLIOGRAFÍA.....	62
	Anexos.....	65

1. INTRODUCCIÓN

La estevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni), de origen Sudamericano, es una planta que posee virtudes que fueron difundiendo rápidamente hasta que la ciencia médica mundial se interesó en estudiar sus propiedades. Es un auténtico regalo de la naturaleza, esta planta es comúnmente conocida como la “dulce hoja”, la cual la hace ampliamente cultivada por sus hojas dulces. Además, se la considera el principal sustituto del azúcar, en especial por su gran concentración del sabor dulce.

Los extractos de esta planta, son 300 veces más dulces que el azúcar y no contienen calorías. Por esta razón, la estevia ha llamado la atención en un momento de incremento en la demanda de los alimentos alternativos bajos en calorías; además ofrece otros usos en el sector alimenticio, en la agricultura y farmacéuticos, entre otros.

La ciencia se centra ahora en reducir el riesgo de contraer enfermedades crónicas y debilitantes, en especial, trastornos cardiovasculares, obesidades, cáncer, osteoporosis y diabetes no dependiente de insulina entre otros. Pero entre las preocupaciones más grandes a consecuencia del consumo de azúcar es la “diabetes”. Según informe del Instituto Internacional de Diabetes, esta enfermedad afecta a unos 135 millones de personas en el mundo, con una predicción de 300 millones de afectados aproximadamente para el año 2025 realizada por la Organización Mundial de la Salud.

Los Yungas de La Paz, presenta regiones apropiadas para el cultivo de la Estevia, teniendo como resultado exitosas plantaciones experimentales y comerciales desarrolladas especialmente en Chulumani, Chicaloma, Caranavi, Coroico, Miguillas, Charoplaya, La plazuela, Palos Blancos y San Buenaventura, además, otras regiones ubicadas en Alto Beni, Cochabamba y Santa Cruz, donde presentan buenas condiciones para el desarrollo óptimo del cultivo de la Estevia. (Síntesis del Informe Técnico 2002).

Los proyectos pilotos realizados, en la producción de estevia en Bolivia se consideran una actividad nueva. Sin embargo, nuestro país cuenta con las condiciones agroecológicas óptimas para la producción e industrialización de la estevia. Las posibilidades de producir el cultivo de manera orgánica son altas y es una alternativa para la diversificación de productos de pequeños productores ya que se produce en pequeñas parcelas con bajos costos de producción.

Con estas condiciones la estevia representa una oportunidad para colocar a Bolivia en una posición competitiva en el mercado de productos orgánicos y de comercio justo, principalmente en el mercado Europeo. Por ello, se incentiva el incremento de su producción y su industrialización para consumo local y la exportación.

Se ha realizado varios experimentos para sustituir fitohormonas enraizadoras por productos orgánicos, obteniendo buenos resultados con la utilización del extracto de Aloe vera (Sábila) con dosis del 6 y 8%. (Jo, María. Hernández R. Estevez M. Rodríguez M. 2008).

El presente estudio surge por la necesidad de sustituir productos químicos de importación por productos naturales orgánicos para proteger el medio ambiente. En tal sentido se plantea, para lograr el enraizamiento puede usarse el tratamiento con un producto orgánico enraizador como es el extracto de Aloe vera, en dosis de 6, 8 y 10%, para estimular el desarrollo del enraizamiento en estacas terminales e intermedias, permitiendo obtener plantas en un menor tiempo y con mayor influencia radicular, para así disponer de información técnica de producción de este cultivo no tradicional y alternativo, teniendo en cuenta que las hojas de estevia, tienen un alto valor económico en el mercado internacional.

Por lo que el presente trabajo plantea los siguientes objetivos:

1.1 Objetivo General:

- Evaluar el efecto de la aplicación de enraizador a base de Aloe vera en estacas de estevia en la región de Alto Beni.

1.2 Objetivos Específicos:

- Evaluar el porcentaje de prendimiento, número de brotes, número de hojas, número y longitud de raíces en estacas terminales e intermedias de estevia, aplicados con un enraizador orgánico a base Aloe vera.
- Evaluar el efecto enraizador de la aplicación de cuatro concentraciones del extracto de Aloe vera, en estacas terminales e intermedias de estevia.
- Analizar las ventajas económicas del ensayo de la aplicación de un enraizador natural a base de Aloe vera en estacas terminales e intermedias de estevia.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Antecedentes

En la publicación del Instituto Boliviano de Comercio Exterior (2011). La estevia es una planta perenne que pertenece a la familia de las Asteráceas, con muchas propiedades beneficiosas para la salud, la agricultura y la pecuaria. Con un poder edulcorante 40 veces más que el azúcar de caña en forma natural y 300 veces más en forma industrializada. Una de sus principales propiedades es regular los niveles de glicemia en la sangre, por lo tanto, apto para diabéticos.

La estevia ingresa a Bolivia aproximadamente el año 1992 y no prospero por falta de planes de capacitación, asistencia técnica y mercado.

La estevia se presenta como una excelente alternativa productiva en Bolivia, sobre todo para el pequeño productor que frecuentemente tropieza con dificultades en los precios de sus productos agrícolas. El cultivo de la estevia es minifundiaro, no se necesitan grandes extensiones para obtener buenos réditos económicos, desde 0,25 de hectárea, basta para generar ingresos importantes en las familias rurales.

2.2 Importancia Económica

En la publicación del Instituto Boliviano de Comercio Exterior (2011). Describiendo un panorama general del mercado de la estevia, un estudio reciente de la consultoría europea de alimentos y bebidas Zenith International estimó que las ventas a nivel mundial de la estevia alcanzaron 3.500 toneladas métricas en el año 2009, teniendo un valor de mercado global de USD 285 millones.

El punto de inflexión en la apertura de mercados de la estevia se produjo en el año 2008, cuando la estevia (los componentes del edulcorante de la hoja) se considero segura y la Reb-A, un glucósido de esteviol particular, se le fue concedida con el status GRAS (Generalmente Reconocido como Seguro) en los Estados Unidos. Desde entonces, la aprobación por los legisladores de todo el

mundo ha abierto la puerta a nuevas formulaciones y reformulaciones de los alimentos y bebidas con cero contenido calórico.

2.2.1 Producción de Estevia a Nivel Mundial

En la Publicación del Instituto Boliviano de Comercio Exterior (2011). Según, Estudio de la Industria Mundial de la estevia realizado en el año 2009, la producción mundial de esta planta varía entre las 100 mil y 200 mil toneladas, siendo los principales productores China, con aproximadamente el 75% de la producción mundial y Paraguay con el 8%. Otros países productores son Brasil, Argentina, Bolivia, Colombia, Perú, Tailandia, Corea, Rusia, Indonesia, India, Australia, España, Canadá y Costa Rica.

2.2.2 Producción de Estevia en Bolivia

En la Publicación del Instituto Boliviano de Comercio Exterior (2011). Menciona que muchos productores en Bolivia, producen una gran parte de estevia para consumo propio, ya que la capacidad del cultivo y producción es limitada para el comercio y más aún para la exportación. Según la Cámara Boliviana de la Stevia, la producción aproximada en Bolivia es de 100 hectáreas, distribuidas en muchas zonas del país en pequeñas proporciones, las que no compensarían como cantidad acumulada para su exportación.

La Cámara Boliviana de la Stevia - CASTEBOL (2010). Señala que en Bolivia ya está conformada la Cámara Boliviana de la Estevia, institución que reúne a 178 miembros de todo el país. El objetivo de esta es lograr ampliar la frontera agrícola del cultivo para conseguir una primera industria de estevia en Bolivia; mediante planes productivos sostenibles que llevan estas instituciones, se esperan tener hasta finales del 2012 una superficie de 300 hectáreas localizadas en diferentes regiones productivas estratégicas de Santa Cruz y Cochabamba. La zona de los Yungas de La Paz, es una región buena para la producción de hoja de estevia, ya que los niveles de radiación solar son mayores, generando una hoja algo más dulce que las que se producen en Santa Cruz.

2.3 La Estevia

FUN – VIDA (2002), señala que es una planta semiperenne subtropical, esta planta contiene en sus hojas, propiedades edulcorantes naturales, no calóricas que previene la diabetes y evita el avance de este mal, de las hojas de estevia se obtiene el esteviósido que es 300 veces más dulce que el azúcar, este comprende 6 – 18% del contenido de la hoja.

Díaz, et. Al (2002), señala que la planta de estevia es usada para endulzar el té, mate y comidas, esta planta tiende a crecer bien en una variedad de tipos de tierra, el esteviósido obtenido se extrae y refina en plantas sin modificaciones químicas que permite abarca un mayor número de consumidores que se inclinan por los productos bajos en calorías y naturales.

Pajas. G. (2002), la estevia es una planta no tradicional que se utiliza de diferentes formas ya que presenta propiedades como ser antiácido, cardiotónica digestiva diurética, etc., también tiene uso medicinal para tratar la diabetes, control de la obesidad y sobre la acción en el control de ritmo cardiaco.

2.4 Origen y Distribución

Bertoni (1991), manifiesta que la mayoría de los estudios, señalan a la estevia ó Ka'a he'e (nombre guaraní con el que es conocido por los nativos de la región), como una planta paraguaya, originaria de la región oriental de este país, donde era utilizado por sus habitantes, como edulcorante natural. Existen 150 a 300 especies que pertenecen al mismo género y que crecen entre los 500 y 3000 metros de altitud.

El mismo autor señala que es una planta fanerógama, dicotiledónea, cuya denominación propuesta por el suizo Dr. Moisés Santiago Bertoni (1887) fue en homenaje al químico paraguayo Ovidio Rebaudi, quien en 1905 fue el primero en aislar los principios dulces de la planta. Su área de crecimiento está en el Trópico de Capricornio a 23° 27' latitud Sur en Paraguay.

2.4.1 Clasificación Taxonómica

Existen 154 variedades del género estevia, pero solo la *Stevia rebaudiana* Bertoni es la única que contiene el factor dulce en sus hojas.

La clasificación taxonómica de la estevia según Cronquis (1981), es la siguiente:

- **División** : **Magnoliophyta**
- **Clase** : **Magnoliopsida**
- **Subclase** : **Asteridae**
- **Orden** : **Campanulales (asterales)**
- **Familia** : **Asteraceae (compositae)**
- **Género** : **Stevia**
- **Especie** : **rebaudiana**
- **Nombre común:** **Stevia, hierba dulce, ka'a ke'e, te medicinal.**

2.4.2 Características del Esteviósido

El Documento del Ministerio de Agricultura y Ganadería (1984), menciona que la propiedad más importante de la estevia se encuentra en sus hojas. Se trata del edulcorante natural llamado esteviósido, que está constituido por una mezcla de ocho glucósidos diterpénicos (principalmente el esteviósido y el rebaudiósido, entre otros). En 1931, los investigadores franceses Bridel y Lavielle cristalizaron el principio edulcorante y llegaron a la conclusión de que el esteviósido, en su estado más puro, es 300 veces más dulce que la sacarosa y no posee efectos tóxicos para la salud. Demostraron que el esteviósido, compuesto por carbono, hidrógeno y oxígeno, es el edulcorante más dulce que existe en la naturaleza.

Fugita (1979), indica que la importancia económica del esteviósido radica en la múltiple utilización, como edulcorante natural, no calórico, no asimilable por el organismo humano, tiene propiedades dietéticas, por otro lado al no entrar en el proceso metabólico permite su uso edulcorante para diabéticos, pues tiene un

efecto hypoglycemiante al reducir el nivel de azúcar en la sangre, no es carea génico ya que no es afectado por las bacterias que producen las caries dentales.

El Documento del Ministerio de Agricultura y Ganadería (1984), menciona que en Japón, el esteviósido está permitido como edulcorante de alimentos y es ampliamente usado. En rechazó 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 más parecido al azúcar que otras sustancias obtenidas de otras plantas.

2.4.3 Propiedades de la Estevia

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

- **Digestiva:** Facilita la digestión y las funciones gastrointestinales, nutre el páncreas y el bazo.
- **Obesidad:** La estevia no tiene calorías, su consumo permanente coadyuva al control de triglicéridos y colesterol, disminuye la absorción de hidratos de intestinal, actuando como adelgazante.
- **Diurético y Cardiotónico:** Su consumo hace que se controle la presión arterial, ya que tiene efecto vasodilatador, diurético y cardiotónico (regula la presión y los latidos del corazón)
- **Anti caries:** Previene la aparición de la placa y caries dental, su acción es de amplio espectro bactericida, micotónica, viral y analgésica en simbiosis y potenciadora.
- **Antibiótica:** Tiene acción antibiótica contra las bacterias que atacan las mucosas bucales y los hongos que originan la vaginitis en la mujer. Mejora la

resistencia frente a resfríos y gripe, previene e inhibe la reproducción de muchas bacterias.

- **Antirreumáticas:** Su consumo alivia los dolores reumáticos.
- **Mejora las funciones Gastrointestinal,** ayuda a la desintoxicación del tabaco y el alcohol, el consumo de estevia reduce el deseo hacia estos dos tóxicos. Controla problemas de acidez estomacal.
- **Combate la Ansiedad:** Contrarresta los ataques de Ansiedad que inducen a la depresión, relaja el sistema nervioso.
- **Hipoglucémicas:** Restaura células Beta del páncreas para que se produzca su propia insulina. No afecta los niveles de azúcar sanguíneo, mejora la circulación pancreática, estimula la secreción de insulina hasta el punto de su normalidad.

2.4.4 Variedades de Estevia

La Cámara Boliviana de Estevia (CASTEBOL- 2010). Con respecto a las variedades, en Bolivia, la de mayor superficie sembrada es la Criolla o nativa paraguaya, que fue introducido desde Paraguay, aunque existen algunos emprendimientos con variedades clonadas como la Eirete, Catupyry y Morita II que se encuentran en fase de adaptación.

En la actualidad, Stevia Life y su Centro de Investigación – CIDIS, viene trabajando en la búsqueda de variedades propias con alto potencial productivo y de resistencia a enfermedades, además de adaptadas en diferentes regiones del país como Llanos Orientales y Valles Cochabambinos.

2.4.5 Características Agronómicas

Quiroz (2001), indica que la raíz es perenne, filiforme y fibrosa que forma abundantes cepas de 10 a 15 cm longitud que apenas ramifican y no profundizan,

que se distribuyen cerca de la superficie y las gruesas están en la zonas más profundas.

Soejarto (1983), señala que las hojas son de forma lanceolada, elíptica u ovalada, con una disposición opuesta, o en verticilos alternos y su tamaño varia de 2 a 10 cm longitud y de 1 a 3 cm de ancho, la flor, es hermafrodita de poca apariencia, en capítulos pequeños terminales que están agrupados en panículas corimbosas, con 2 a 6 flores de 15 mm de longitud, y este número puede ser abundante por planta.

El mismo autor menciona, que la estevia florece varias veces al año, tardando una planta más de un mes en producir todas sus flores, tomando un tiempo de 46, 54 y 93 días desde la siembra de la semilla.

Pajas (2000), indica que el fruto es un aquenio que se clasifica en tres tipos de acuerdo a la fecundación; claro estéril, oscuro fértil y oscuro estéril. El aquenio es alargado, delgado (2 – 3 mm) color moreno pardo oscuro, coronado por pelos persistentes más claros en color (plumosos en forma de paracaídas) de 2 – 5 mm en la punta, lo que facilita la dispersión por el viento.

2.4.6 Requerimientos Ecológicos

2.4.6.1 Clima

Casme (1989), señala que la planta resiste la humedad pero no la sequía, y es explicable debido a la morfología de su sistema radicular. El mismo autor menciona que la temperatura más apropiada para la estevia es de 15 a 30°C con un límite inferior de -3°C prefiriendo sobre 20°C.

2.4.6.2 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.

2.4.6.3 Fotoperiodo

Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (2006), nos menciona que la plántula desde el brote de cotiledones hasta que tenga cuatro hojas de follaje, la *Stevia rebaudiana* Bertoni no responde al fotoperiodo, pues es la etapa de crecimiento vegetativo.

Los fotoperiodos largos por lapso de 16 horas de luz, aumentan la longitud de los entrenudos, área foliar, peso seco y acelera la aparición de hojas y aumenta el contenido de esteviósido. La materia seca, azúcares y proteínas se reducen a la mitad en periodos de días cortos. Cerca de 8 horas luz (días en fotoperiodos cortos), las plantas jóvenes crecen lentamente.

2.5 Aspectos del Cultivo

2.5.1 Propagación

Fortuna Stevia del Paraguay (1989), menciona que la *Stevia rebaudiana* Bert. Se puede propagar por semilla, por división o separación de sepas, por hijuelas y esquejes o estacas.

2.5.2 Propagación por Semilla

De Vargas (1980), citado por CASME (1989), la florecida no es uniforme, igual que la maduración de la semilla, lo que hace de la recolección una operación difícil o una germinación errática y baja.

Jordán Molero (1984), citado por CASME (1989), la semilla debe guardarse en condiciones de baja humedad, baja temperatura (4°C) preferiblemente en la oscuridad y en envases herméticos. La longevidad de los aquenios es corta 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%.

2.5.3 División o Separación de Cepas

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

El Ka'a he'e 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).

2.5.4 Hijuelos

CASME (1989), consiste en la separación de los brotes cuando aún están pequeños, los que se pasan a vivero a distancias cortas para darles oportunidad de desarrollar. Luego pasan directamente a campo. Este método se usa cuando el material está bastante limitado.

2.5.5 Propagación Vegetativa

Hartmann y Kester (1997), la reproducción asexual, esto es la reproducción empleando partes vegetativas de la planta original, es posible porque cada célula de la planta contiene la información genética necesaria para generar la planta entera.

Según Barros (1981), un buen éxito del enraizamiento solo es posible cuando se selecciona cuidadosamente el material que se va a usar y se prepara en forma adecuada por lo tanto incluye tres pasos principales: selección y manejo de la planta madre, cortes, tratamientos y siembra de las estacas.

Hartmann y Kester (1997), la selección del material para estacas en la fase juvenil facilita la propagación de especies difíciles de enraizar ya que las estacas tomadas de material juvenil enraízan con mayor facilidad que los de material adulto.

Según Rodríguez, citado por Gutiérrez (2005), menciona que la estevia por tratarse de una planta que se reproduce sexualmente por fecundación cruzada (alógama), existe una diversidad fenotípica que se observa en las poblaciones de plantas esto provoca una gran diferencia de contenido de esteviósido en las distintas plantas.

Al respecto Webert (1990), menciona dada la variabilidad genética, lo cual puede ocasionar un cultivo con plantas de características muy diferentes entre sí, lo conveniente es la reproducción asexual a partir de plantas de características deseadas.

Según CASME (1989), los esquejes intermedios enraízan en un porcentaje más bajo y solo deben usarse cuando el material está limitado. Los esquejes producen suficientes raíces en un periodo de cuatro semanas.

Este método es de factibilidad económica, consiste en pedazos de tallo, principalmente las terminales estos brotes nuevos después de un corte enraízan y producen mejores plantas, al alcanzar de 5 a 8 cm. Los brotes se tratan con hormona enraizador, los esquejes producen suficientes raíces en un periodo de cuatro semanas y luego se lleva a terreno definitivo (Shock, 1982).

La estaca es una práctica que puede ser utilizada para multiplicar la estevia. En Japón la producción de arbolillos por estacas fue intensificada para mantener las características genéticas de los linajes con mayores tenores de glucósidos. Estos arbolillos son producidos a partir de estacas apicales de ramas con 6 cm de longitud implantada en cama de germinación. El sombreado es fundamental para el enraizamiento que se inicia en una semana, pudiendo ser transplantada en 60 días. Esta práctica puede ser iniciada a partir de la segunda cosecha, quitando el lazo a tres arbolillos de cada planta madre (Heede, 1981).

2.5.5.1 Ventajas de la Propagación Vegetativa

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

- Se conservan, íntegramente las características de la planta madre.
- Perpetúa 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. Es económicamente rápido, simple y no requiere de técnicas especiales de injerto. Se obtiene una uniformidad. La planta madre por lo general se reproduce exactamente sin cambio genético (Harmant y Kester, 1997).

2.6 Plagas y Enfermedades

A continuación se señalan los agentes causales, los síntomas y los factores predisponentes de las principales enfermedades de la estevia que han sido observadas en viveros de producción de mudas (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2006).

- **Mal del talluelo (Mba'asy kangy)**, agentes causales:

- *Fusarium* spp.
- *Phytium* spp.
- *Phytophthora* spp.
- *Rhizoctonia solanani* Kuhn
- *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 fúngica al nivel del área del cuello de las mismas. Se manifiesta por manchones en una o varias partes de la almáciga. Los factores predisponentes son, suelo mal

tratados o que se hayan contaminado y si prevalece condiciones de humedad y sombra excesiva.

- **Marchites o pudrición violácea**

El agente causal es *Rhizoctonia solanani* Kuhn, los síntomas característicos se presentan en las hojas de las plantitas de las almácigas que adquieren un color rosado violáceo y las lesiones en el tallo y raíces son hundidas y oscuras. Luego, las plantas se marchitan y mueren.

- **Seda blanca**

El agente causal es el hongo *Sclerotium rolfsii* Sacc, ataca principalmente el cuello de la planta causando la marchites y muerte de la misma, el micelio del hongo denota una apariencia algodonosa.

- **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 violácea 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.

- **Fusariosis**

El agente causal es *Fusarium* spp., sus principales síntomas son la clorosis y marchites de las hojas, la cuales pueden permanecer suspendidas por la planta. Luego esta deja de crecer y puede secarse totalmente.

2.6.1 Medidas de Control de las Enfermedades

El control preventivo de las enfermedades del ka'a he'e se deberá iniciar con el correcto tratamiento del suelo de la almaciguera y con la utilización de agua limpia para el riego.

Desde el inicio del desarrollo de las plantas se deberá llevar a cabo tratamientos preventivos semanales para preservarlas del ataque de las enfermedades citadas anteriormente, son convenientes las pulverizaciones con Mancozeb y Oxiclóruo de Cobre, que son fungicidas de contacto, alternado con Propiconazole, Carbendazim o el Benomyl de acción sistémica.

2.7 Plagas

Actualmente no existen ácaros o insectos que produzcan daño económico que ameriten denominarlos plagas del cultivo y que requieran un control sistematizado. Sin embargo, se recomienda inspeccionar diariamente las plantas del semillero comenzando siempre de los tabloncillos que se encuentran en los límites del vivero por donde generalmente se inicia los ataques de distintas especies de hormigas cortadoras, langostas, etc. De este modo se los podrá detectar y controlar antes de que causen un daño mayor. Es recomendable añadir al caldo de pulverización un insecticida de contacto e ingestión como el Carbaryl en dosis de 1 g por litro de agua.

2.8 Planta de Aloe vera

Es originaria del continente Africano, habiendo sido introducida al nuevo mundo por los Jesuitas españoles en el año de 1590. La penca de sábila o *Aloe vera*, es nombre aplicado a varias especies de plantas carnosas de hojas muy espesas dispuestas en rosetas apretadas, las que terminan en la época de florecencia en un racimo de flores rojas o amarillas de 2 – 2,5 cm de longitud, corola caduca y con 6 estambres, ovario trilocular y fruto capsular. Estas plantas pueden medir de 30 – 60 cm de largo, que se atenúan, hacia la extremidad, de color verde pálido, moteadas de blanco.

El Aloe vera es una planta que pertenece a la familia de las *Aloaceas*, está considerada como uno de los mayores regeneradores celulares que ha dado la naturaleza.

2.8.1 Clasificación Botánica

- **Reino** : **Vegetal**
- **Familia** : **Aloaceas**
- **Género** : **Aloe**
- **Especies** : **Vera**
- **Nombre Científico:** **Aloe vera**
- **Nombre Común:** **Sábila**

La hoja del Aloe vera, consta de tres capas; una cubierta exterior verde y sólido, una viscosa jalea en la que destacan una serie de bultos vasculares atados a la superficie interna de la piel, y el filete que posee una estructura integrada a su vez por estructuras hexagonales que almacenan el fluido del filete.

El Aloe vera contiene dos clases de líquidos en el interior de sus hojas, uno que exuda y es de color amarillo llamado látex y el otro que es un gel (mucílago), que es de gran uso comercial.

2.8.2 Composición Química del Gel de *Aloe vera*

El gel de Aloe vera contiene alrededor de 99,5% de agua, es rico en mucílagos. Los mucílagos se caracterizan por estar formados por ácidos galacturónicos, glucorónicos y unidos a azúcares como glucosa, galactosa y arabinosa. También están presentes otros polisacáridos con alto contenido en ácidos urónicos, fructuosa y otros azúcares hidrolizables.

La sábila de Aloe vera, se ha ganado el sobrenombre de “planta milagrosa” por los numerosos beneficios que aportan los aproximadamente 200 elementos que la componen. El análisis fotoquímico de la sábila refleja que contiene proteínas en 0,013 %, polisacáridos 0,2 – 0,3 %, resinas 40 – 80 %, aloína 20 %, aceites esenciales, alcaloides, glucósidos cardiotónicos, taninos, glucosa, agua y otros (Retamar, 1995).

La sábila contiene 13 de los 17 minerales necesarios para la buena nutrición, aporta 20 de los 22 aminoácidos conocidos, ocho de estos son esenciales y deben ser proporcionados desde una fuente externa, ya que el cuerpo no los puede producir y está probado que consumir el jugo de sábila es una de las mejores fuentes para proporcionar al cuerpo estos aminoácidos. La sábila también contiene enzimas naturales y minerales necesarios para el organismo ya que las enzimas ayudan a realizar la reacción química de vitaminas, minerales y hormonas (Yaron, 1995).

Entre los elementos químicos que conforman la sábila se mencionan:

- Aminoácidos: (aporta 20 de los 22 que requiere el organismo) lisina, valina, leucina, fenilalanina, metionina, ácido aspártico, ácido glutámico, arginina y serina.
- Minerales: calcio, magnesio, potasio, cloro, hierro, zinc, cobre, cromo, azufre, aluminio, sodio y germanio.
- Oligoelementos: manganeso, calcio, potasio, sodio, aluminio, hierro, zinc, cobre, plata, cromo, fósforo y titanio.
- Vitaminas: A, B₁, B₂, B₅, B₁₂, C, ácido fólico y ácido nicotínico (niacina).
- Polisacáridos: celulosa.
- Carbohidratos: glucosa, galactosa, xilosa, arabinosa, acetilmanosa (acemannan).
- Prostaglandinas y ácidos grasos: ácido ganmalinoleico.
- Aceites esenciales: trazas de aloesinas.
- Enzimas: oxidasa, catalasa, amilasa, lipasa, fosfatasa alcalina.
- Antraquinonas: aloin, barbaloin y ácido aloético.

2.8.3 Propiedades del Aloe vera

Según Castillo (2002), se tiene las siguientes propiedades:

a) Nutritivo.

- Aporte de elementos minerales esenciales.

- Macro elementos: Potasio, calcio, magnesio, fósforo, azufre.
- Micro elementos: Cloro, cobre, hierro, manganeso, zinc, boro.
- Otros elementos esenciales: Germanio, sodio, aluminio, cobre, plata, cromo.

b) Estimulante del crecimiento

En la composición química del gel de *Aloe*, se encuentra el fosfato de manosa, su principal función es que actúa como agente de crecimientos de los tejidos. El ácido ascórbico se considera benéfico para el crecimiento, ya que puede retrasar la formación de sustancias semejantes a la melanina, que inhiben el crecimiento.

c) Regenerador celular

Los polisacáridos contenidos en el gel de *Aloe*, entre los que se encuentran los glucomananos, los cuales constituyen alrededor del 0.2 – 0.3 % del gel fresco y otros con elevados contenidos de galactosa, pentosa y ácidos urónicos, los hacen casi insustituibles como regeneradores titulares.

d) Antioxidante

La vitamina C (ácido ascórbico) se considera benéfico ya que este puede retardar el oscurecimiento de algunos tejidos recalcitrantes, debido probablemente a su capacidad para actuar como agente reductor.

e) Antimicrobiano

Los áloes muestran una actividad inhibitoria de algunos *Bacillus*, bloqueando la síntesis de los ácidos nucleicos en las bacterias, acción debida probablemente a las antraquinonas. El conjunto de antraquinonas (aloin, barbaloin y ácido aloético) produce un efecto antibiótico y antiviral. La saponina y aloetina presentan un carácter antiséptico y un amplio espectro antimicrobiano (bactericida y antiviroso) estos compuestos neutralizan el efecto de las toxinas microbianas. Se ha demostrado que desde el punto de vista biológico los taninos están relacionados con la resistencia de las plantas a las infecciones y se consideran potentes agentes antifúngicos.

2.8.4 Fisiología del Enraizamiento

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 la planta y sus funciones. La segunda es la diferenciación o sea la capacidad de las células maduras de volver a una condición meristemática y desarrollar un punto de crecimiento nuevo (Hartman y Kester, 1997).

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 todavía están adheridas a la planta madre; la segunda solo emerge cuando se le hace una lesión en el tallo. Cuando se hacen esta lesión las células vivientes que están en la superficie cortadas son lesiones, quedando expuestas las células muertas y conductoras del xilema.

Así mismo afirman que 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 las raíces adventicias.

Los cambios anatómicos que pueden observarse en el tallo durante la iniciación de las raíces, pueden dividirse en cuatro etapas.

- Desdiferenciación de células maduras específicas.
- Formación de iniciales de raíz en ciertas células cercanas a los haces vasculares los cuales se han vuelto meristemáticas por desdiferenciación.
- Desarrollo subsecuente de esas iniciales de raíces en primordios de raíces organizadas.
- Desarrollo y emergencia de estos primordios radicales hacia afuera a través del tejido del tallo, más la formación de conexiones vasculares entre los primordios radicales y los tejidos conductores de la propia estaca.

En las plantas herbáceas, las raíces adventicias se originan justamente fuera y dentro de los haces vasculares. Rojas y Ramírez (1993), señalan que 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, o bien en los tallos jóvenes de leñosas.

Estos primordios crecen hasta salir de la corteza del tallo y una vez que aparecen en el exterior su crecimiento posterior se presenta básicamente por alargamiento celular. A veces no hay una clara diferencia en cuanto al origen histológico entre las raíces adventicias y las laterales.

2.8.4.1 Inducción del Enraizamiento de Estacas

Según Weaver (1990), menciona los siguientes métodos:

a) Método de inmersión rápida. En este método, los extremos basales de las estacas se sumergen aproximadamente 5 segundos en una solución concentrada (500 a 10000 ppm) del producto químico en alcohol. El producto químico 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.

b) 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 más difícil. Las estacas, solamente una pulgada basal (2,54 cm) se remojan en la solución durante 24 horas en un lugar sombreado y a temperatura ambiente, colocándolos inmediatamente en el medio de enraizamiento. La cantidad de compuesto químico adsorbido por cada corte depende de las condiciones ambientales de las especies utilizadas.

c) Método de espolvoreado. En este método la base de las estacas se trata con una hormona de crecimiento mezclada en un portador (polvo fino inerte que puede ser arcilla o talco). Deben utilizarse aproximadamente 200 a 1000 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.

El otro consiste en empapar el portador en una solución alcohólica de la sustancia de crecimiento dejando luego que se evapore el alcohol, a fin de que el portador permanezca en forma de polvo (Weaver, 1990).

2.8.4.2 Condiciones Ambientales durante el Enraizamiento

Para Garner (1982), en todos los tipos de crecimiento de las plantas, la luz es importante, ya que 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 duración de la luz deben ser de magnitud suficiente para que se produzca carbohidratos en exceso de los que se usan en la respiración.

En cuanto a la temperatura, Hartman y Kester (1997), indican que para el enraizamiento de estacas de la mayoría de las especies son satisfactorias

temperaturas diurnas de unos 21 a 27 °C con temperaturas nocturnas 15°C, aunque ciertas especies enraízan mejor a temperaturas más bajas.

Hartman y Kester (1997), menciona que el medio de enraizamiento tiene tres funciones:

- Mantener a 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.

Los mismos autores señalan que un medio de enraizamiento ideal proporciona suficiente porosidad para permitir una buena aireación, tiene una alta capacidad de retención de agua, pero al mismo tiempo, que este bien drenado y esté libre de organismos patógenos.

Hartman (1986), asegura que la presencia de hojas en los esquejes es un fuerte 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. Para reducir al mínimo la transpiración de las hojas de los esquejes, presión de vapor de agua de la atmósfera que las rodea debe mantenerse aproximadamente igual a la presión de agua que existe en los espacios intercalares de hoja.

2.8.5 Hormonas

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

2.8.5.1 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, 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 actividad transformando a su vez a otras moléculas o induciendo la síntesis de otras más; 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; aún cuando no esté bien determinado, en muchos casos el conocimiento del mecanismo de respuesta permite plantear una posible solución fisiológica, en lugar de ecológica, a la adecuación planta ambiente por la acción de fitorreguladores.

2.8.5.2 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 llamados 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 la acción fundamental de la hormona es:

- a) 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 basen en los fenómenos citológicos afectados.
- b) La acción básica de las hormonas ocurre sobre los ácidos nucleicos a través de la transcripción del mensaje (DNA - RNA) o de su traducción (RNA – aminoácido).

2.8.5.3 Características de las Sustancias Naturales de Desarrollo

Hartman y Kester (1997), menciona que varias clases de reguladores de crecimiento, como las Auxinas, Citokininas, Giberelinas, Ácido absico y Etileno influyen en la iniciación de raíces. De ellos, las auxinas son las que ejercen mayor efecto en la formación de raíces en las estacas.

2.8.5.4 Las Auxinas

Hartman y Kester (1997), el ácido indol – acético (AIA) se identificó en 1934, como un compuesto de ocurrencia natural que tenía una actividad considerable de auxina y pronto se encontró que promovía la formación de raíces adventicias.

Weaver, (1990), los compuestos que tienen actividad auxínica son orgánicos; todos ellos poseen hidrógeno y oxígeno en proporciones y disposiciones diferentes y alguno de ellos contiene además nitrógeno y cloro, algunas tienen una estructura simple, pero la mayoría son complejos. El AIA una de las principales auxinas que aparecen en las plantas superiores, se detecta en una gran variedad de tejidos vegetales.

Hartman y Kester (1997), intervienen en actividades de la planta tan variados como el crecimiento del tallo, la formación de raíces, la inhibición de las yemas laterales, la abscisión de hojas y frutos y en la actividad de las células del cambium.

Se ha confirmado muchas veces que la auxina natural o aplicada artificialmente es un requerimiento para la iniciación de raíces adventicias en tallos, y hasta se ha demostrado que la división de las primeras células iniciales dependen de la presencia de auxinas ya sea aplicada o endógena (Hartman y Kester 1997).

2.8.5.5 Mecanismos de Acción

Hartman y Kester (1997), indican que la auxina inicia un mecanismo de acidificación (liberación de protones), en la membrana citoplasmática; con la

disminución de pH se activan enzimas; estos 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.

2.8.5.6 Distribución

Las máximas concentraciones de auxinas según Hartman y Kester (1997), se encuentran en los ápices del tallo y de la raíz, en las yemas, en las hojas jóvenes y maduras, en la punta del coleóptilo, pero que las abandona para alcanzar las zonas de crecimiento del mismo órgano, ya que dichas zonas no poseen la facultad de producir tal sustancia, los brotes etiolados de otras especies, sintetizan la auxina en una yema apical y ocasionalmente en los cotiledones. Así pues 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 continúe.

2.8.5.7 Transporte

Según Went, citado por Willarroel (1997), indica que la auxina 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, pero no puede circular hacia arriba e influir en el crecimiento de otras ramas de la misma planta.

2.8.5.8 Efectos Característicos de las Auxinas

Bidwel (1979), sostiene 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 llamo la atención a los primeros investigadores y ha sido bien establecido incluso para las auxinas usadas como herbicidas.

Hurtromer citado por Hartman y Kester (1997), han sugerido que 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. Esta aparente dualidad de acción se puede deber al cambio de las concentraciones de otros factores del crecimiento, tales como las citocininas.

Según Rojas y Ramírez (1993), indican 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, o formando masas de células indiferenciadas, verdaderos tumores que desorganizan la anatomía de los órganos, pudiendo causar la muerte como sucede con los herbicidas auxínicos.

2.8.5.9 Fitorreguladores hormonales

Rojas y Ramírez (1993), señalan que los fitorreguladores más utilizados tienen moléculas iguales o muy similares a las hormonas naturales, por lo que se consideran hormonas sintéticas. La acción de los fitorreguladores hormonales es la misma, o muy parecida a la de las hormonas naturales; existen replicas sintéticas de los principales grupos.

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).

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 (Hartman y Kester, 1997).

Actualmente, el desarrollo vegetal no solamente se manipula con auxinas sino con las demás hormonas y con otro tipo de fitorreguladores. Se puede decir que la respuesta positiva a un producto complejo se logra gracias a que alguno de sus componentes es probablemente el limitante del desarrollo y que al analizarse éste con cuidado, se llegue realmente a un caso de fitorregulador específico (Rojas y Ramírez 1993).

2.8.6 Estudios Realizados con Aloe vera

Existen referencias de la utilización del *Aloe vera*, como enraizador en condiciones de campo, con experiencias en plántulas de mora, donde recomiendan extraerle el cristal de las hojas y colocarlo en contacto con la parte vegetativa de la plántula de mora para enraizar. El gel de *A. vera* (L.) N.L. Burm; ha demostrado su eficacia en la sustitución de productos químicos en los cultivos para enraizamiento de plantas medicinales y frutales en condiciones de campo (CIC, 1999).

Modificación a la metodología de la propagación acelerada de *Psidium guajaba* (guayaba) por segmentos de estacas utilizando del extracto de *Aloe vera* (sábila).

En el área agronómica, el jugo de sábila se ha usado experimentalmente como repelente e insecticida en larvas presentes en algunas plantas tuberosas, obteniéndose muy buenos resultados. De igual manera se ha reportado la experimentación para el control de enfermedades virales en papa, presentando una acción inhibitoria media en comparación con otros extractos.

Por su parte, el gel de *Aloe vera*, ha demostrado su eficacia en la sustitución de reguladores sintéticos en medios de cultivos para el enraizamiento *in vitro* de plantas medicinales y frutales en condiciones de campo, también, potencialmente por sus características, podría ser utilizado para estos fines. (Rodríguez H., 2006).

Rodríguez H.,(2004) Señala que se encontraron efectos estimulantes del crecimiento en los extractos líquidos de plantas medicinales estudiados, correspondiéndole al extracto del gel de *A. vera* el mejor comportamiento, particularmente con relación a la formación de raíces, superando incluso a los reguladores usados tradicionalmente como control, lo que demuestra la posible presencia de actividad auxínica en el mismo.

Jó María y et al (2003) con diferentes concentraciones de MS adicionando 20 y 40 ml/L de extracto de *Aloe vera* en la micropropagación del plátano FIAH 18 obtuvo *in vitro* plantas con buena respuesta fisiológica y un enraizamiento excelente.

Jó María y et al (2005 y 2006) señala que se encontraron respuestas fisiológicas en la fase de enraizamiento en la micropropagación del plátano FIAH 18 en la Biofábrica de Pinar del Río, utilizando diferentes concentraciones de MS adicionando 20 y 40 ml/l del extracto de *Aloe vera*.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación

El presente estudio se llevó a cabo en la Colonia Nueva Kollasuyo que corresponde al área IV de Alto Beni de la provincia Caranavi del departamento de La Paz, que se encuentra aproximadamente a 270 kilómetros de la Ciudad de La Paz. Geográficamente se encuentra entre los paralelos 15°32' de latitud Sur y 67°23' de longitud Oeste, y a una altitud aproximadamente de 450 m.s.n.m.

Geográficamente el Área IV está definido físicamente por los límites de los ríos Piquendo, Alto Beni y Boopi y forma parte de la Provincia Caranavi del Departamento de La Paz. (Instituto Nacional de Colonización, 2005).

3.1.1 Características Ecológicas

Según el Instituto Nacional de Colonización (INC, 2005). La zona de Alto Beni está clasificada como bosque húmedo subtropical, geográficamente comprende las subcuencas de los ríos Alto Beni, Boopi, Kaka, Inicua y Cotacajes, cuenta con altitudes que van de los 370 a 1200 msnm. Con una temperatura promedio anual de 24 a 25°C, precipitación de 1300 a 1800 mm y una humedad relativa de 75 a 85%.

En esta zona de vida, la vegetación esta constituida por un bosque siempre verde relativamente alto y tupido que en algunas aéreas muestra todavía bosque virgen.

La utilización de la tierra está destinada principalmente a la agricultura permanente, semipermanente y anual esta actividad es realizada en la llanura. (CUMAT/COTESU, 1987).

BOLIVIA
UBICACIÓN DEL DEPARTAMENTO



LA PAZ
UBICACIÓN DE LA PROVINCIA

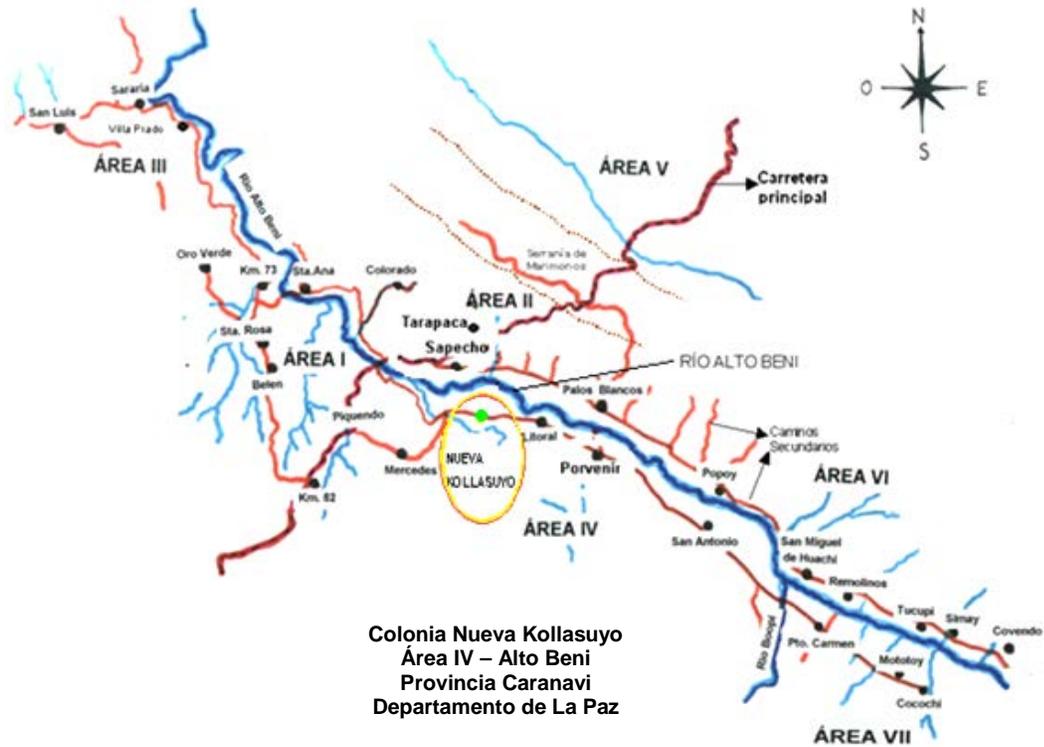
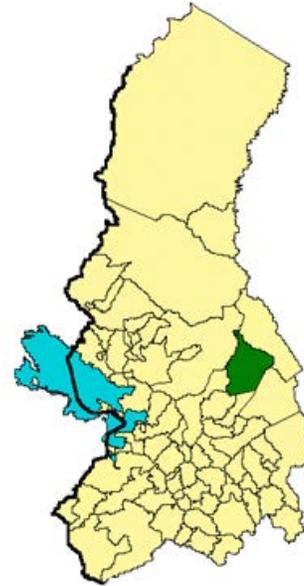


Figura 1. Localización del área de estudio (INE, 2005)

3.2 Materiales

3.2.1 Material de Campo

- Máquina fotográfica
- Cinta métrica
- Charros
- Hojas de Palma
- Carretilla
- Pala
- Machete
- Tijera de podar
- Azadón
- Picota
- Alambre tejido
- Clavos
- Frascos

3.2.2 Material Vegetal

- Estacas de estevia
- Planta de Aloe vera (enraizador natural)

3.2.3 Material de Gabinete

- Computadora
- Impresora
- Hojas de papel bond tamaño carta
- Calculadora
- Bolígrafos
- Libreta de campo

3.3 Métodos

3.3.1 Ubicación y Limpieza del Terreno

El ensayo se estableció en una superficie de pendiente moderada, donde se efectuó la limpieza manual con la ayuda de machete y pala, las hierbas cortadas se picaron y se distribuyeron por toda la parcela para que estos conformen la cobertura vegetal con la finalidad de disminuir la evapotranspiración.

3.3.2 Infraestructura del Vivero

La infraestructura se construyó con material del lugar como se muestra en la Figura 2, cubierta con hojas de palma a una altura de 2.5 m la cual le dio las condiciones semicontroladas de humedad, temperatura y luminosidad en el ensayo.



Figura 2. Infraestructura del vivero

3.3.3 Construcción Camas de Enraizamiento

Las camas de enraizamiento construidos con material del lugar con charros (caña hueca), cuyas dimensiones fueron de: 1x2x0,30 m (Figura 3), dentro de estas se colocó el sustrato preparado con tierra del lugar y cascarilla de arroz, cuya relación fue de (2:1), respectivamente.



Figura 3. Construcción camas de enraizamiento

3.3.4 Recolección del Material Vegetal

La recolección de estacas se realizó en parcelas de la colonia Nuevo Kollasuyo; con buenas características fenotípicas, libre de plagas y enfermedades, posteriormente fueron trasladadas a la zona de estudio con una humedad adecuada, como se muestra en la Figura 4.



Figura 4. Recolección del material vegetal

3.3.5 Preparación de las Concentraciones

Se preparó las soluciones al 6, 8, 10% y el testigo (0%), de los cuales se tomó: 60, 80, y 100 ml del extracto de Aloe vera, se mezcló en 1000 ml de agua, posteriormente se agito durante 10 minutos hasta homogenizar la solución, como se muestra en la Figura 5.



Figura 5. Preparación las de concentraciones

3.3.6 Preparación del Material Vegetal

Se preparó las estacas como se muestra en la Figura 6, con un diámetro de 6 a 10 mm obteniendo la parte media y terminal, con cortes de 1 cm por debajo de la yema y 10 a 13 cm en la parte superior, con un número de nudos por estaca que varía de 4 a 6 yemas.



Figura 6. Preparación del material vegetal

3.3.7 Plantado de Estacas o esquejes

Se acomodó las estacas en un lugar fresco y sombreado, luego con la tijera de podar se procedió a eliminar las hojas básicas con el fin de evitar de que se formen las raíces antes que el follaje.

Una vez obtenidas las estacas, estas se sumergieron 3 cm la parte inferior en las diferentes concentraciones por el tiempo de 30 minutos, como se muestra en la Figura 7.



Figura 7. Inmersión de estacas

Pasado este tiempo las estacas se trasladaron a las camas de enraizamiento, donde se introdujeron a 3 cm de profundidad, a una distancia de 7 cm entre hileras y 5 cm entre plantas, estos fueron inclinados levemente para evitar el auto sombreado, como se muestra en la Figura 8.



Figura 8. Plantado de estacas

3.3.8 Labores Culturales

3.3.8.1 Riego

Se realizó un riego abundante después de realizar el plantado, posteriormente se regó tres veces al día: por la mañana, medio día y por la tarde.

3.3.8.2 Tratamientos Fitosanitarios

Se utilizó un insecticida Cipertrina de manera preventiva cada 7 días donde la aplicación fue alrededor de las camas de enraizamiento.

3.3.8.3 Deshierbe

Esta labor se realizó manualmente cada semana, eliminando todo tipo de malezas presentes en las camas de enraizamiento.

3.3.9 Factores y Niveles de Estudio

Factores	Niveles
Factor "A" Estacas	a1 : Terminales a2 : Intermedias
Factor "B" Dosis (Aloe vera)	b1 : 6% b2 : 8% b3 : 10% b4 : 0% testigo

3.3.10 Diseño Experimental

El trabajo de investigación fue evaluado mediante el diseño de bloques al azar (Calzada, 1982).

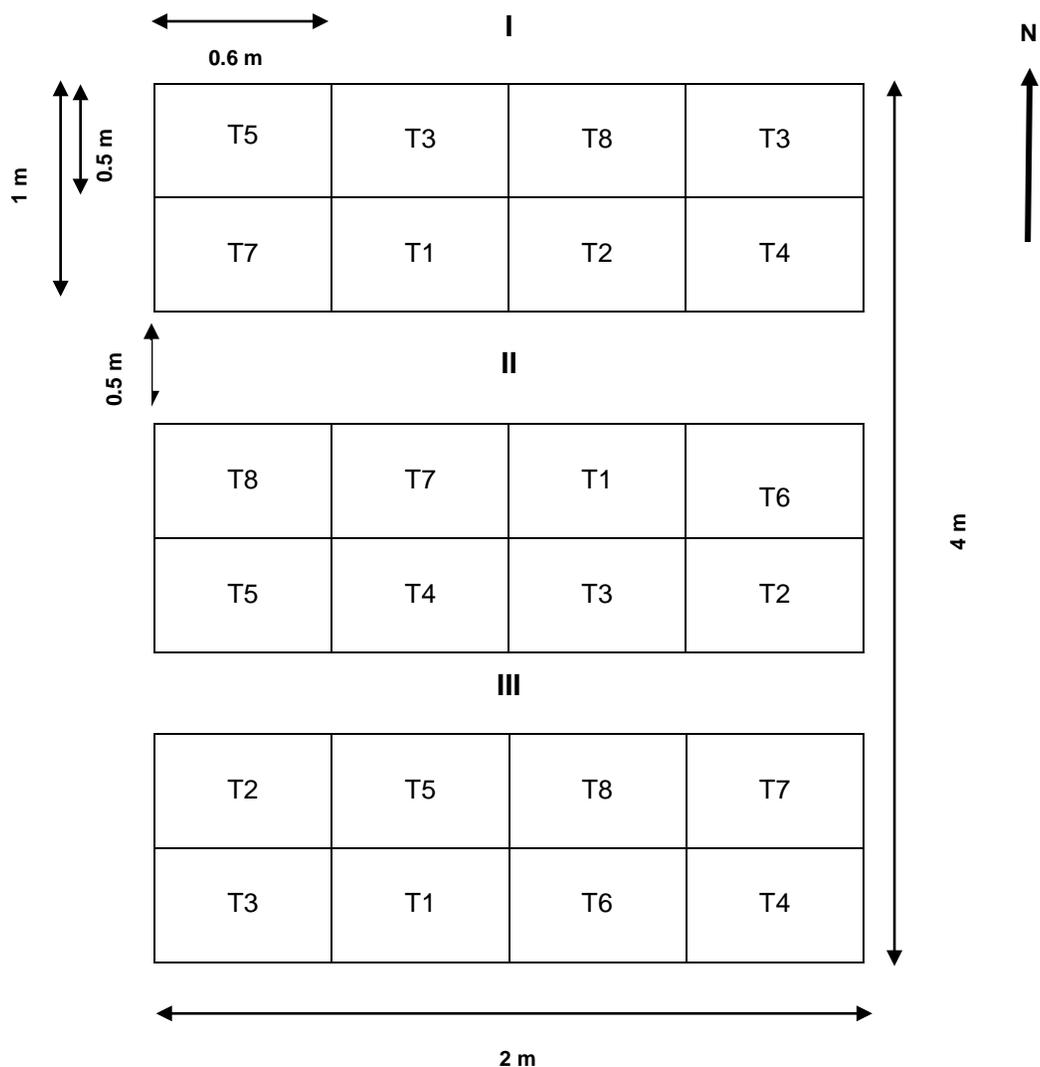
3.3.10.1 Modelo lineal aditivo

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + \beta_i * \tau_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} = Cualquier variable de respuesta
- μ = Media poblacional
- β_i = Efecto de la i-ésimo Factor A: Estacas
- τ_j = Efecto de la j-ésimo Factor B: Dosis
- $i*j$ = Efecto de interacción A*B
- ϵ_{ij} = Error experimental

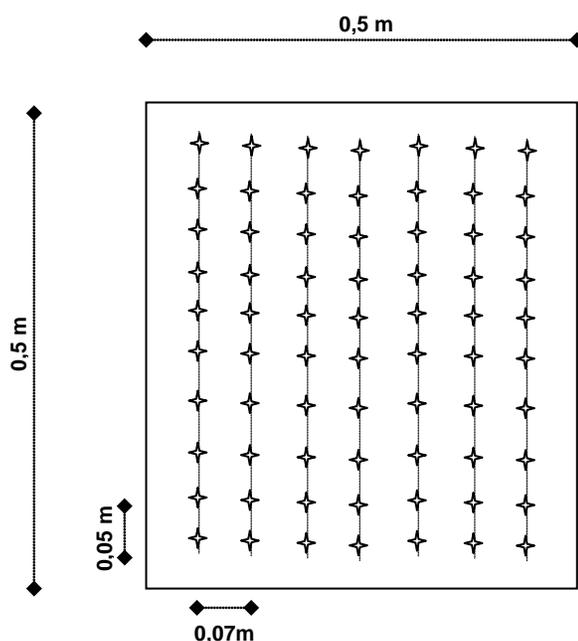
3.3.11 Croquis del Experimento



Los tratamientos para la investigación fueron los siguientes:

Tratamientos	Combinación	Descripción
Tratamiento 1	a 1 * b 1	Esquejes intermedios con 6% E.N
Tratamiento 2	a 1 * b 2	Esquejes intermedios con 8% E.N
Tratamiento 3	a 1 * b 3	Esquejes intermedios con 10% E.N
Tratamiento 4	a 1 * b 4	Esquejes intermedios con 0% E.N
Tratamiento 5	a 2 * b 1	Esquejes terminales con 6% E.N
Tratamiento 6	a 2 * b 2	Esquejes terminales con 8% E.N
Tratamiento 7	a 2 * b 3	Esquejes terminales con 10% E.N
Tratamiento 8	a 2 * b 4	Esquejes terminales con 0% E.N

Unidad Experimental



Características del Área Experimental

- Área total = 8 m²
- Largo del área experimental = 4 m
- Ancho del área experimental = 2 m
- Distancia entre bloques = 0,5 m
- Largo de la unidad experimental = 0,5 m
- Ancho de la unidad experimental = 0,5 m
- Distancia entre tratamientos = 0,07 m
- Distancia entre plantas = 0,05 m
- Distancia entre surcos = 0,07 m
- Número de surcos = 7 surcos
- Número de plantas/unidad experimental = 70 plantas
- Número total de plantas/área experimental = 1680 plantas

3.4 Variables de Respuesta

Dentro del periodo de evaluación que fueron a los 7, 14, 21 y 28 días, respectivamente, se tomó una muestra de ocho plantines, por cada tratamiento, donde se realizaron evaluaciones y mediciones como: porcentaje de estacas prendidas, número de brotes, número de hojas; para las variables; número y longitud de raíz, éstas fueron evaluadas al final del trabajo de investigación.

- **Porcentaje de estacas prendidas**, se tomó una muestra de ocho plantines, se llevó un registro del número de plantas vivas de los tratamientos, después de la plantación a los 7, 14, 21 y 28 días, respectivamente.
- **Número de brotes por planta**, se contaron todos los brotes de la muestra (8 plantines), de cada tratamiento a los 7, 14, 21 y 28 días, respectivamente.
- **Número de hojas por planta**, de la misma manera, se tomó una muestra (8 plantines), se contaron todas las hojas de cada brote a los 7, 14, 21 y 28 días, respectivamente.
- **Número de raíz por planta**, se contaron todas las raíces adventicias principales de la muestra (8 plantines), que brotaron de las estacas terminales e intermedias, al final de la evaluación.
- **Longitud de raíz por planta**, se realizó la medición con una regla graduada milimétricamente, las raíces adventicias principales de la muestra (8 plantines), que brotaron de las estacas terminales e intermedias, al final de la evaluación.
- Para el análisis económico y la determinación del beneficio/costo, se utilizó la propuesta CYMMYT (Perrin. 1976).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sobre la base de las evaluaciones realizadas en el trabajo de campo, se presenta los cuadros medios y cuadros de varianza, de los siguientes acápite.

4.1 Porcentaje de Estacas Prendidas

Cuadro 1. Análisis medio para el porcentaje de estacas prendidas

Fuente de variación	G.L.	7 días	14 días	21 días	28 días
Bloque	2	0,106 NS	0,134 NS	0,343 NS	0,276 NS
Estacas	1	0,001 *	0,004 *	<.0001 *	0,0002 *
Dosis	3	0,0001 *	0,0002 *	<.0001 *	<.0001 *
Estacas x Dosis	3	0,596 NS	0,530 NS	0,433 NS	0,596 NS
Error	14				
Total	23				
CV %		8,0%	8,7%	6,7%	6,2%

* = Significativo NS = No significativo CV = Coeficiente de variación

En el Cuadro 1, se observa que en las diferentes fechas de evaluación, el factor estaca como el factor dosis, presenta diferencias significativas indicando que influyen en el porcentaje de estacas prendidas. En la interacción (Estaca x Dosis), no presentaron diferencias significativas en las diferentes fechas de evaluación.

El coeficiente de variación para esta variable de respuesta estuvo entre 6,2% a 8,7%, lo cual indica que el manejo de datos es confiable, estando dentro del rango establecido (Calzada, 1982).

Cuadro 2. Prueba de Duncan al 5% en el porcentaje de prendimiento de estacas de estevia con diferentes dosis del enraizador

7 días	14 días	21 días	28 días
T6% = 63.8 A	T6% = 63.8 A	T8% = 57.6 A	T8% = 56.9 A
T8% = 61.1 A	T8% = 61.1 A	T6% = 56.2 A	T6% = 55.5 A
T10%= 54.3 B	T10% = 54.3 B	T10% = 43.5 B	T0% = 42.2 B
T0% = 47.9 C	T0% = 47.2 C	T0% = 42.9 B	T10% = 42.1 B

Según el Cuadro 2, la prueba Duncan, a un nivel de significancia del 5% para el porcentaje de estacas prendidas de estevia a los 7 y 14 días se observó que las dosis de 60 y 80 ml con 63,8 y 61,1% de prendimiento respectivamente fue superior a la dosis de 100 ml con 54,3% de prendimiento y el testigo con 47,9% de prendimiento.

En la tercera evaluación (21 días) se pudo observar dos grupos bien diferenciados estadísticamente, donde fue superior significativamente las dosis de 80 y 60 ml con 57,6 y 56,2% de prendimiento respectivamente frente a las dosis de 100 y el testigo, con 43,5 y 42,9%, respectivamente. Esta tendencia se mantuvo hasta el final de la evaluación donde se registraron los siguientes datos: a 80 y 60% ml con 56,9 y 55,5% seguido del testigo con 42,2% y la dosis de 100 ml con 42,1% de prendimiento en las estacas.

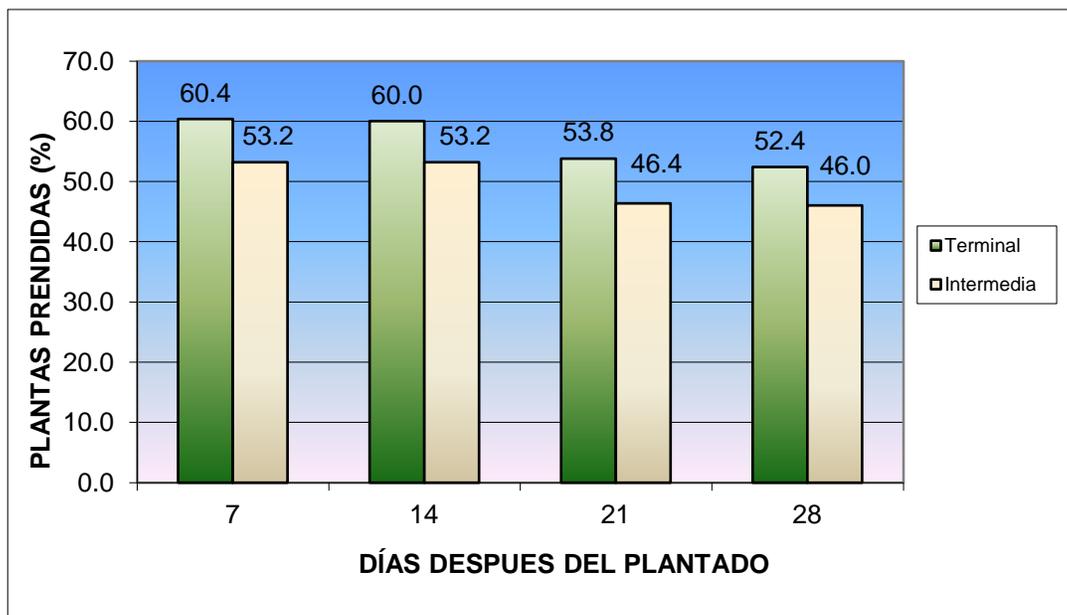


Figura 9. Promedio porcentaje de plantas prendidas en estacas de estevia en diferentes días de evaluación

En la prueba Duncan, al 5% en el factor estaca, estadísticamente fueron similares a los 7 y 14 días tal como se muestra en la (Figura 9), donde el esqueje terminal alcanzó un porcentaje en prendimiento de 60,4%, fue superior significativamente a la parte intermedia con 53,2% de prendimiento. Luego de los 21 y 28 días fue

uniforme la tendencia y se mantuvo superior significativamente la estaca terminal seguido de la parte intermedia, para la última evaluación se tomó los siguientes datos: terminal con 52,4% y la parte intermedia con 46,0% de prendimiento.

Cuadro 3. Promedio del porcentaje de prendimiento en dos tipos de estacas con diferentes concentraciones del enraizador

Dosis	Estaca	7 días	14 días	21 días	28 días
60	Terminal	66,6	66,6	61,1	59,7
60	Intermedia	61,1	61,1	51,4	51,4
80	Terminal	66,6	66,6	62,5	61,1
80	Intermedia	55,6	55,6	52,7	52,7
100	Terminal	58,3	58,3	45,8	44,4
100	Intermedia	50,3	50,3	41,1	39,9
0	Terminal	49,9	48,6	45,8	44,4
0	Intermedia	45,8	45,8	40,0	40,0

Según el Cuadro 3, pese a estos factores se pudo observar al final de la evaluación que a una concentración de 60 y 80 ml inducen un mayor porcentaje de enraizamiento, mientras que a una concentración de 100 ml inhiben el porcentaje de enraizamiento en los esquejes de estevia, si bien el testigo estadísticamente es igual a la concentración de 100 ml, pero numéricamente esté es superior al testigo se comporta superior numéricamente en relación a la dosis de 100 ml.

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, en las hojas jóvenes y maduras, en la punta del coleoptilo 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 a las aplicaciones se pudo observar que los esquejes terminales estadísticamente y numéricamente fueron superiores a los esquejes intermedios.

Esta respuesta se pudo deber a que el poder del almacenamiento de nutrientes en esquejes terminales fue mucho mayor ya que existe un mayor volumen y mayor desarrollo de sus tejidos. Así mismo, sobre este aspecto menciona Calderón (1987), el prendimiento de la estaca o esqueje, el fenómeno por el cual emite brotes o raíces, es debido al movimiento (polaridad) 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.

Puede ocurrir que en tallos de un año o más de edad, los carbohidratos se hayan acumulado en la base de las ramas y tal vez se han formado algunas iniciales de raíz, posiblemente bajo la influencia de sustancias promotoras de raíces procedentes de yemas y de hojas, por lo tanto el mejor material para estacas puede provenir de la porción basal de esas ramas.

4.2 Número de Brotes

En el Cuadro 4, nos muestra que a los 7 y 14 días se obtuvieron diferencias significativas con la aplicación del enraizador natural, lo cual nos indica que no todas las concentraciones tuvieron el mismo efecto en el número de brotes, como también en la interacción (estaca x dosis), lo que significa que cada uno de estos factores actuaron independientemente, en las estacas de estevia.

Cuadro 4. Análisis medio para el número de brotes

Fuente de variación	GL	7 días	14 días	21 días	28 días
Bloque	2	0,882 NS	0,022 *	0,122 NS	0,122 NS
Estacas	1	0,139 NS	0,013 *	0,069 *	0,069 *
Dosis	3	0,056 *	0,008 *	0,595 NS	0,595 NS
Estacas * Dosis	3	0,049 *	0,096 *	0,955 NS	0,955 NS
Error	14				
Total	23				
CV %		20,7%	17,2%	28,9%	28,9%

* = Significativo NS = No significativo CV = Coeficiente de variación

En cuanto al factor estaca se presentaron diferencias significativas en las fechas de evaluación (14, 21 y 28 días, respectivamente).

El coeficiente de variación está en un rango de 17,2 y 28,9%, por debajo del 30%, estando los valores dentro del rango de confiabilidad establecido. (Calzada, 1982).

Cuadro 5. Prueba de Duncan al 5% para el efecto de las concentraciones del enraizador en el número de brotes

7 días	14 días	21 días	28 días
T6% = 1,9 A	T6% = 2,3 A	T6% = 2,1 A	T6% = 2,1 A
T8% = 1,8 A	T8% = 2,0 A	T8% = 1,9 A	T8% = 1,9 A
T10%= 1,5 B	T10% = 1,7 B	T0% = 1,8 A	T0%= 1,8 A
T0% = 1,4 B	T0% = 1,7 B	T10%= 1,7 A	T10% = 1,7 A

En la comparación de medias, por las pruebas de Duncan, a un nivel de significancia del 5% (Cuadro 5), a los 7 días la respuesta al número de brotes con las diferentes concentraciones del enraizador, se pudo observar dos grupos bien diferenciados estadísticamente concentraciones de 60 y 80 ml que obtuvieron 1,9 y 1,8 brotes respectivamente, seguido con menor número de brotes la concentración de 100 ml de 1,5 brotes y por último el testigo con 1,4 brotes, respectivamente.

A los 14 días se observa cuatro grupos estadísticos diferentes, que se presentan en orden descendente, por los efectos producidos en los números de brotes, por la aplicación del enraizador. 60 ml con 2,3 brotes, 80 ml con 2,0 brotes, 100 ml con 1,7 brotes, el testigo con 1,7 brotes.

A los 21 y 28 días las concentraciones de: 60 y 80 ml y el testigo fueron superiores estadísticamente con 2,1, 1,9 y 1,8 brotes respectivamente, la concentración de 100 ml, se quedó rezagado con 1,7 brotes.

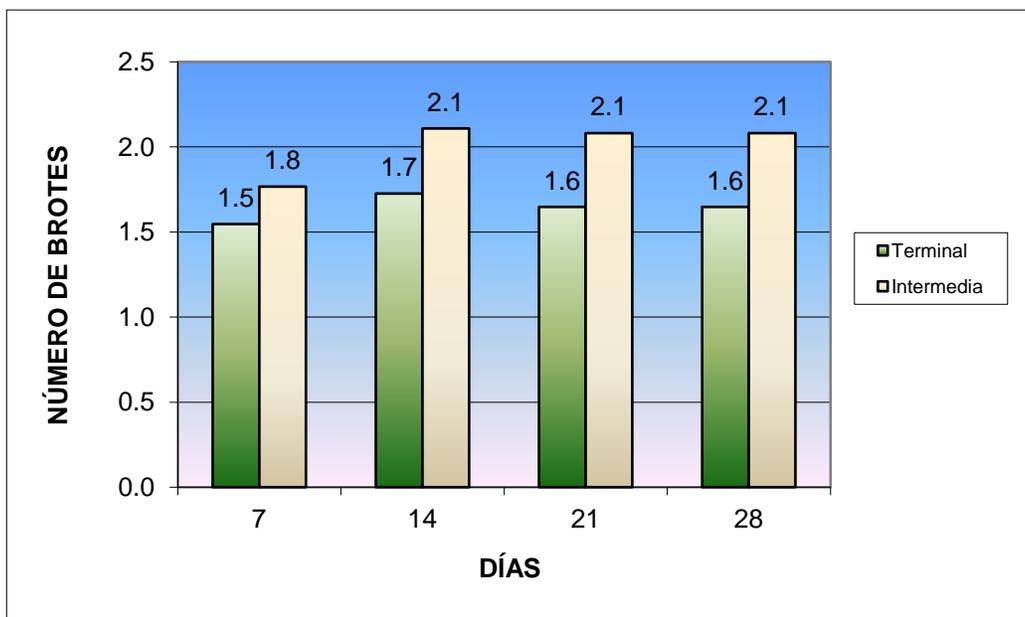


Figura 10. Efecto de las partes de las estacas de eucalyptus sobre el número de brotes

Con relación al número de brotes en las diferentes aplicaciones (Figura 10) establece una diferencia estadística a los 7 días donde los esquejes intermedios y terminales tienen 1,8 y 1,5 brotes, respectivamente esta tendencia se mantiene a los 14 días, registrándose valores de 2,1 y 1,7 brotes.

Se observa que a los 21 y 28 días, se registraron los valores de 2,1 brotes en los esquejes intermedios y 1,6 brotes en los esquejes terminales respectivamente.

Cuadro 6. Promedio del número de brotes en dos tipos de estacas de eucalyptus con diferentes concentraciones del enraizador

Concentración	Estaca	7 días	14 días	21 días	28 días
60	Terminal	1,7	2,0	2,0	2,0
60	Intermedia	2,2	2,7	2,2	2,2
80	Terminal	1,5	1,6	1,6	1,6
80	Intermedia	2,2	2,4	2,2	2,2
100	Terminal	1,4	1,7	1,5	1,5
100	Intermedia	1,6	1,7	1,8	1,8
0	Terminal	1,7	1,6	1,6	1,6
0	Intermedia	1,2	1,7	2,1	2,1

Según el Cuadro 6, se observa una mejor respuesta en el número de brotes en esquejes de estevia a concentraciones de 60 y 80 ml con relación a las dosis de 100 ml y el testigo debido al efecto de estimular el desarrollo radicular, permitiendo la normal circulación de la sabia bruta y elaborada, que estimule el desarrollo vegetativo.

Mientras que a una concentración de 100 ml inhibe la formación de brotes, esto se puede deber a que el producto a concentraciones elevadas producen una toxicidad lo cual nos muestra un desarrollo mucho menos en el área foliar, incluso menor al testigo.

Se puede observar la misma tendencia en las partes de la rama mostrando leve superioridad numérica los esquejes intermedios, frente a los terminales. Al respecto Tamaro (1984), explica que los tallos o sarmientos son las únicas capaces de producir brotes vegetativos y fructíferos, consideradas como ramas mixtas ya que también producen brotes herbáceos. En la parte exterior están los botones más o menos desarrollados, saliendo de ellos los sarmientos, hojas racimos y zarcillos.

4.3 Número de Hojas

En el Cuadro 7, nos muestra que existen diferencias significativas a los 7, 14, 21 y 28 días, en el número de hojas con la aplicación del enraizador natural en sus diferentes concentraciones. En cuanto a la interacción (estaca x dosis), solo se presento diferencias significativas a los 14 y 28 días y no así en las demás fechas de evaluación, lo que significa que cada uno de estos factores actuó independientemente, en las estacas de estevia.

En cuanto al factor estaca se presento diferencia significativa a los (14 días).

Cuadro 7. Análisis medio para el número de hojas

Fuente de variación	GL	7 días	14 días	21 días	28 días
Bloque	2	0,697 NS	0,479 NS	0,860 NS	0,738 NS
Estacas	1	0,467 NS	0,0005 *	0,262 NS	0,487 NS
Dosis	3	0,0024 *	0,0007 *	0,008 *	0,010 *
Estacas * Dosis	3	0,609 NS	0,0168 *	0,157 NS	0,074 *
Error	14				
Total	23				
CV %		20,4%	13,7%	19,0%	18,7%

* = Significativo NS = No significativo CV = Coeficiente de variación

El coeficiente de variación tuvo un valor de 20,4%, estando los valores dentro del rango de confiabilidad establecido. (Calzada, 1982).

Cuadro 8. Prueba Duncan al 5% para el efecto de las concentraciones del enraizador en el número de hojas

7 días	14 días	21 días	28 días
T6% = 2,5 A	T6% = 3,8 A	T6% = 6,2 A	T6% = 7,1 A
T8% = 2,2 A	T8% = 3,8 A	T8% = 6,1 A	T8% = 7,0 A
T10% = 1,7 B	T10% = 3,2 B	T10% = 4,9 C	T10% = 5,6 B
T0% = 1,5 B	T0% = 2,5 C	T0% = 4,1 C	T0% = 4,9 B

En la comparación de medias por las pruebas Duncan, a un nivel de significancia del 5% (Cuadro 8), se pudo observar que a los 7 días después del plantado de las estacas la igualdad estadística para la variable número de hojas a concentraciones de 60 y 80 ml los cuales tuvieron 2,5 y 2,2 hojas respectivamente, la concentración de 100 ml tuvo 1,7 hojas respectivamente, con relación al testigo esta se queda rezagada con 1,5 hojas.

A los 14 días se observa igualdad estadística con la aplicación del enraizador natural a concentraciones de: 60, 80 y 100 ml con 3,8, 3,8 y 3,2 hojas respectivamente siendo superior frente al testigo que obtuvo 2,5 hojas, esta tendencia se mantuvo hasta los 28 días donde se pudo apreciar un incremento en el número de hojas.

Al final de la evaluaciones observa que a concentraciones de 60, 80 y 100 ml estadísticamente son superiores con 7,1, 7,0 y 5,6 hojas respectivamente frente al testigo con 4,9 hojas, cabe hacer notar que el testigo se mantuvo inferior a la aplicación del enraizador orgánico en sus diferentes concentraciones en las diferentes fechas de evaluación.

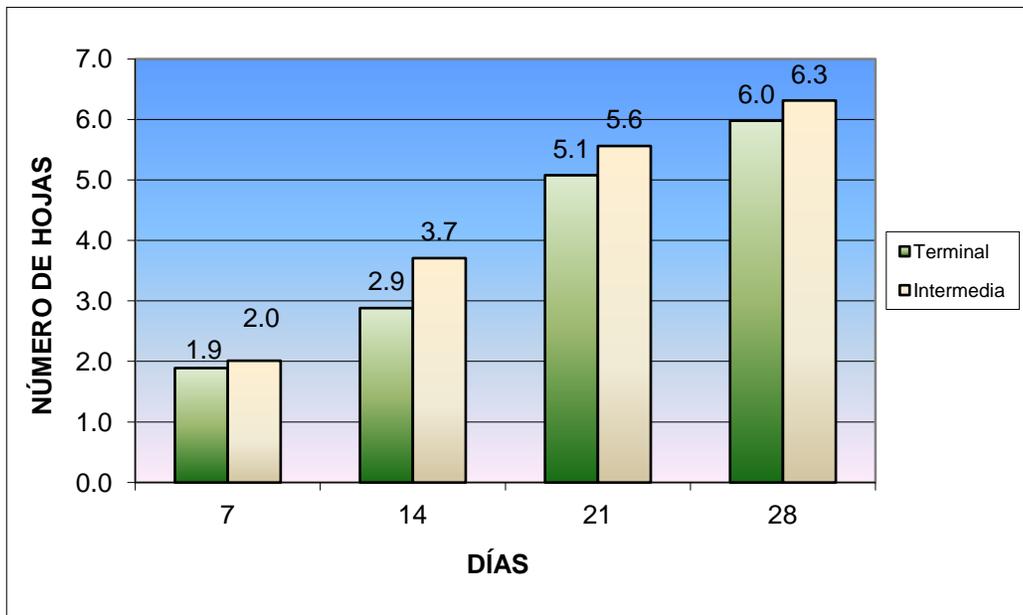


Figura 11. Efecto de las estacas de estevia sobre el número de hojas

En la Figura 11, se puede observar, que el número de hojas producidas por las estacas intermedias fueron superiores numéricamente con 2,0 hojas frente a las terminales con 1,9 hojas, esta tendencia se mantuvo hasta el final de la evaluación registrándose los valores de 6,3 y 6,0 hojas, en estacas intermedias y terminales, respectivamente.

Cuadro 9. Promedio del número de hojas en dos tipos de estacas de estevia con diferentes concentraciones del enraizador

Concentración	Estaca	7 días	14 días	21 días	28 días
60	Terminal	2,3	3,7	6,8	7,9
60	Intermedia	2,6	3,8	5,7	6,2
80	Terminal	2,0	3,3	5,7	6,7
80	Intermedia	2,4	4,2	6,5	7,3
100	Terminal	1,7	2,2	4,0	4,6
100	Intermedia	1,6	4,1	5,8	6,7
0	Terminal	1,6	2,3	3,9	4,7
0	Intermedia	1,4	2,7	4,3	5,0

En el ensayo en sus diferentes fechas de evaluación se pudo observar una mayor cantidad de hojas con la aplicación del enraizador orgánico a concentraciones de 60 y 80 ml con relación a la concentración de 100 ml mientras que el testigo obtuvo la menor cantidad de hojas (Cuadro 9).

Hubo un efecto favorable en el desarrollo foliar debido al tratamiento en el empleo del enraizador orgánico, que favorecen en la formación de hojas debido al efecto de estimular el desarrollo radicular, permitiendo la normal circulación de la sabia bruta y elaborada que estimula el desarrollo vegetativo.

En cuanto al factor estacas, los esquejes intermedios se muestran superiores numéricamente en la cantidad de hojas, con relación a los esquejes terminales.

Esto posiblemente se deba a un mayor porcentaje de concentraciones de auxina en los esquejes yemas intermedias, el cual produce mayor desarrollo foliar.

4.4 Número de Raíz

El Cuadro 10, muestra que a los 28 días de la evaluación, se presento diferencias significativas con la aplicación del enraizador en sus diferentes concentraciones, los cual nos indica, que no todas las concentraciones tuvieron el mismo efecto en el número de raíz en estacas de estevia.

Cuadro 10. Análisis de varianza para el número de raíz

Fuente de variación	GL	S.C.	C.M.	Fc	Ft
Bloque	2	0,174	0,087	0,25	0,785 NS
Estacas	1	0,034	0,035	0,10	0,759 NS
Dosis	3	6,660	2,220	6,29	0,0063 *
Estacas * Dosis	3	0,226	0,075	0,21	0,885 NS
Error	14	4,938	0,353		
Total	23				
C.V. %	21,5%				

NS = No significativo CV = Coeficiente de variación

Tanto en el factor estacas como en la interacción (estacas x dosis), no se presentaron efectos significativos. El coeficiente de variación obtuvo un rango de 21,5%, el cual expresa un grado de confiabilidad. (Calzada, 1982).

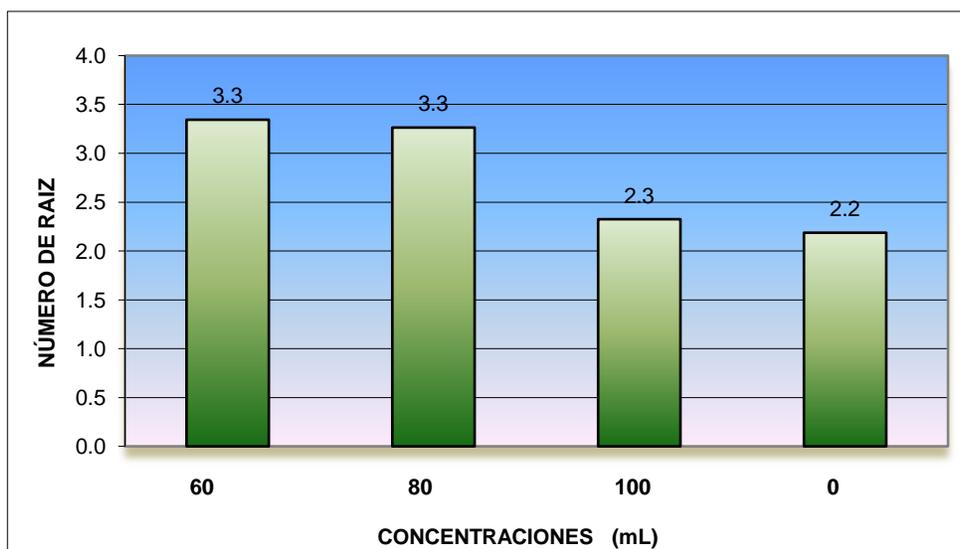


Figura 12. Prueba de Duncan al 5% para el efecto de las concentraciones del enraizador en el número de raíz en estacas de estevia

En la prueba de Duncan, a un nivel de significancia del 5% (Figura 12), en respuesta a la variable número de raíz, al final se observó que a concentraciones de 60 y 80 ml se tuvo 3,3 y 3,3 raíces respectivamente siendo superiores significativamente, a las concentraciones de 100 ml y el testigo con 2,3 y 2,2 raíces, respectivamente.

En la Figura 13, se muestra el resultado de la última evaluación, donde en la parte intermedia y terminal, se observó diferencias en el número de raíces con 2,8 y 2,7 raíces, respectivamente.

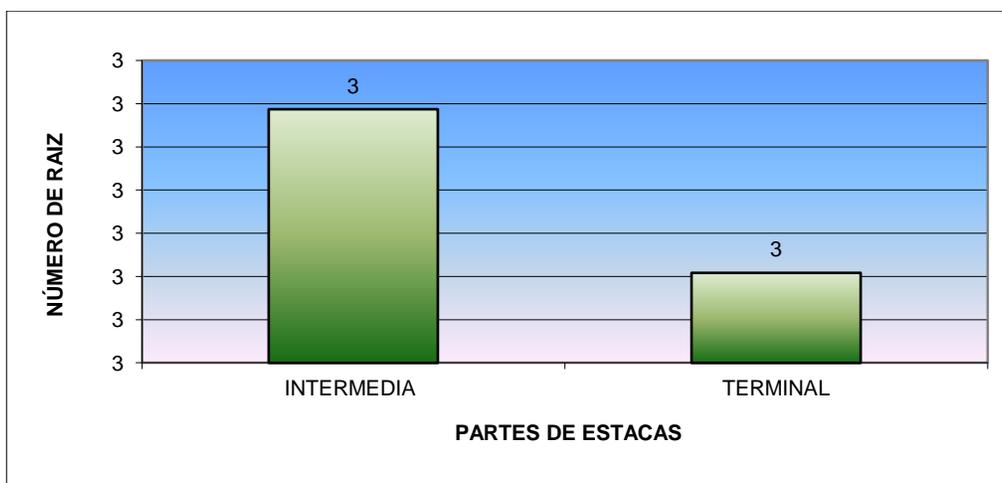


Figura 13. Efecto de las partes de los esquejes sobre el número de raíz en estacas de estevia

Se puede observar en la Figura 14, que con las concentraciones de 60 y 80 ml, se tiene mayor número de raíz, en las estacas media y basal, siendo por otra parte el testigo en ambos tipos de estacas el que menor número de raíz registra con 1,99 y 2,39 raíces en estacas terminales e intermedias respectivamente.

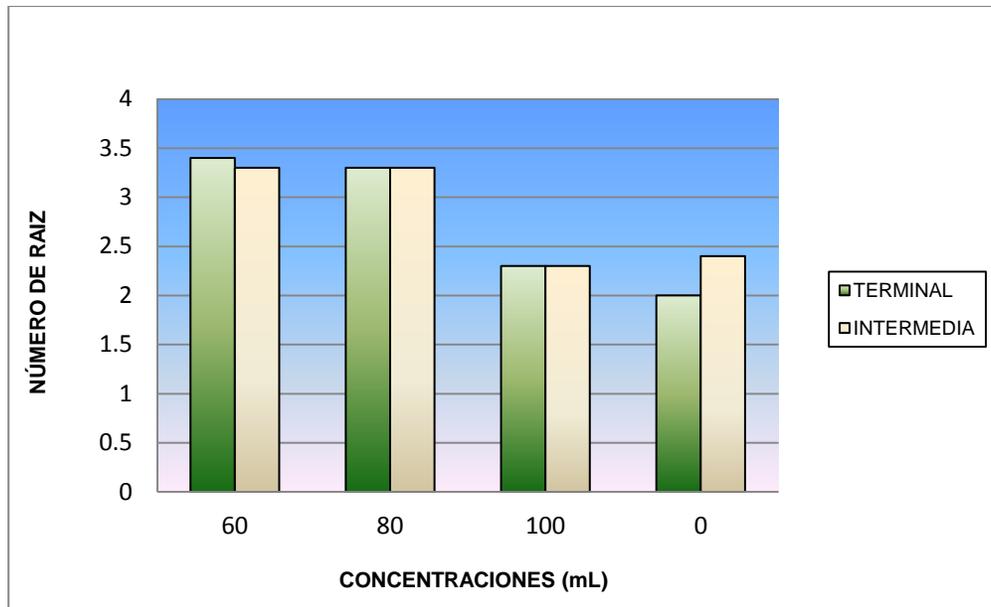


Figura 14. Promedio del número de raíz con aplicación de diferentes concentraciones en dos partes de las estacas de estevia

Los resultados al final de la evaluación muestran que la mayor cantidad de raíces se obtuvieron con las estacas intermedias. Al respecto Hartman y Kester (1997), 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 cual estos autores aseveran que una estaca sin yemas no forma raíz aunque se trate con una preparación rica en auxinas.

Weaver (1990), indica que los tejidos de esquejes más jóvenes son menos diferenciados (cambium activo) y por ende se pueden diferenciar más fácilmente para formar primordios de raíces. Meyer et al., citado por Willaroel (1976), agrega que las estacas más jóvenes contienen mayor cantidad de auxinas en comparación a las estacas maduras, aspecto que tiene mucha importancia en la inclinación y elongación de células radiculares.

Sotes (1997), menciona que para la iniciación de raíces es evidente la acción de ciertos niveles de sustancias naturales como, las auxinas formadoras de las raíces en las estacas (carácter varietal).

La diferencia poco marcada en las partes de la rama pudiera deberse a que las estacas obtenidas para la obtención de plantones fueron de plantas que no pasan del año de edad.

Rojas y Ramírez (1993), menciona que los fenómenos fisiológicos controlados por las hormonas vegetales son muchísimos, influyen de manera importante. El transporte de nutrientes. 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 se utilizan intensamente sin que se elaboren en cantidad suficiente como las raíces, flores y frutos en desarrollo (sitios llamados “demanda”).

4.5 Longitud de Raíz

El análisis de varianza Cuadro 11, nos muestra que existe significancia en la aplicación del enraizador, en sus diferentes concentraciones en la longitud de las raíces producidas por las estacas de estevia y una variación no significativa en el factor estacas y la interacción entre (estacas x tratamiento).

Cuadro 11. Análisis de varianza para la longitud de raíz

Fuente de variación	GL	S.C.	C.M.	Fc	Ft
Bloque	2	0,880	0,44	1,53	0,250 NS
Estacas	1	0,038	0,038	0,13	0,723 NS
Dosis	3	4,330	1,444	5,02	0,014 *
Estas * Dosis	3	0,413	0,138	0,48	0,702 NS
Error	14	4,027	0,288		
Total	23				
C.V. %	22,2%				

NS = No significativo CV = Coeficiente de variación

El coeficiente de variación que tuvo un valor de 22,2 %, el cual está dentro el rango de confiabilidad establecido. (Calzada, 1982).

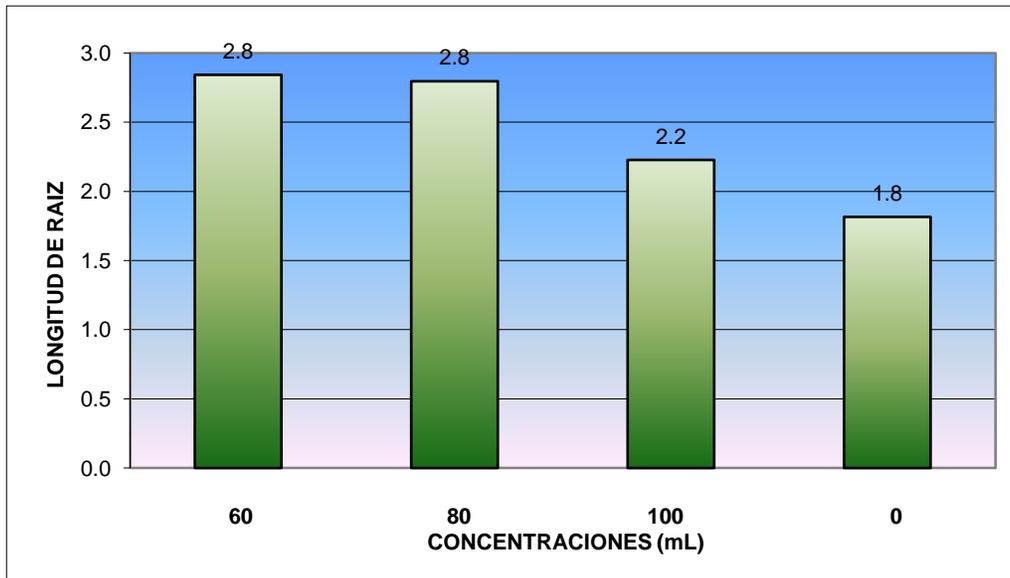


Figura 14. Prueba de Duncan al 5% para el efecto de las concentraciones del enraizador en la longitud de raíz en estacas de estevia

La prueba de significancia comparación de medias Duncan, a un nivel de significancia de 5% (Figura 14), se puede observar al final de la evaluación los efectos de la diferentes concentraciones en la longitud de raíz, donde a concentraciones de 60 y 80 ml respondieron mejor estadísticamente con valores de 2,8 y 2,8 cm de respectivamente, frente a la concentración de 100 ml con 2,2 cm y el testigo que estadísticamente fue inferior a la aplicación del enraizador en sus diferentes concentraciones, alcanzando un valor de 1,8cm de longitud.

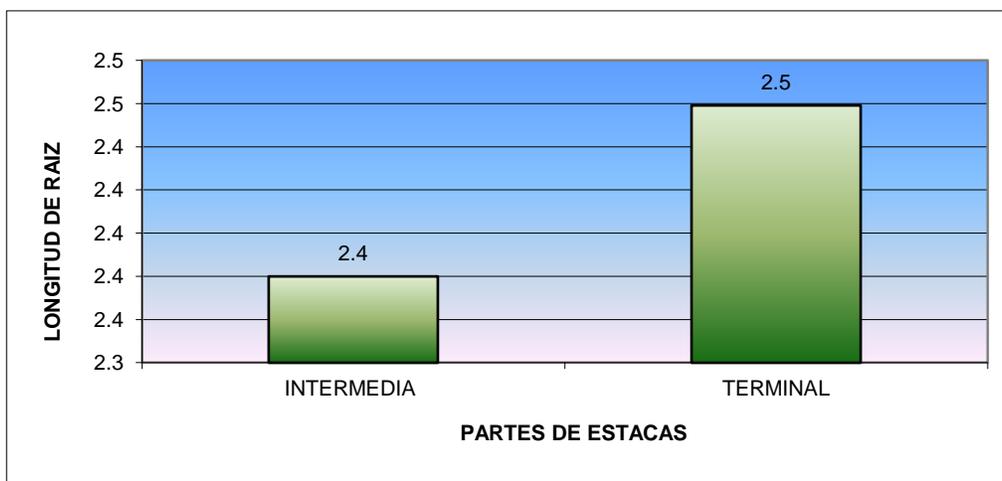


Figura 15. Efecto de las partes de los esquejes de estevia sobre la longitud de raíz en estacas de estevia

En la Figura 15, se puede observar una mayor longitud de raíces en las estacas terminales con un valor de 2,5 cm mientras que las estacas intermedias presentan un valor de 2,4 cm respectivamente.

A una concentración de 60 y 80 ml tuvo un efecto continuo, en la inducción del crecimiento radicular en longitud, quedándose la concentración de 100 ml rezagada en el crecimiento, junto con el testigo. Al respecto Hurstromer, citado por Hartman y Kester (1987), sugiere que 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. Esta aparente dualidad de acción se puede deber al cambio de las concentraciones de otros factores del crecimiento, tales como las citocinas.

Al final del ensayo se pudo observar que el crecimiento en longitud de la raíz, fue mayor por parte de las estacas de yema terminal en Willarroel (1997), coinciden e indican: las fitohormonas o auxinas, elaborada por los meristemos apicales de los brotes a partir de sustancias producidas por las hojas, éstas emigran a través de los tejidos vegetales desde los extremos de los ramos, hacia sus raíces. Su concentración, en principio muy débil en las puntas terminales, van creciendo a medida que se acumulan por efecto de su recorrido natural (el transporte desde el ápice a la base se realiza aún en contra del gradiente de concentración, es decir el bloque inferior contiene más cantidad de hormona que el superior).

Al respecto menciona Sotes (1997), en 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 está relacionado con las reservas que tienen el sarmiento o la estaca.

4.6. Análisis Económico

El análisis económico se realizó para obtener el mayor Beneficio/Costo, y la mayor rentabilidad económica de los 8 tratamientos estudiados, con la aplicación del enraizador orgánico a base de Aloe vera (*Aloe vera L.*) en sus diferentes concentraciones para la producción de estacas de estevia, y así respaldar el presente trabajo y recomendar a los productores como una alternativa de producción.

El análisis se realizó con los costos de: insumos, mano de obra, enraizador orgánico y la comercialización de plantines.

El Cuadro 12, nos muestra los resultados de los diferentes tratamientos, donde los tratamientos: 1 (Terminal x 60 ml) y 2 (Terminal x 80 ml), con un Beneficio/ Costo de 4,02 y 3,99 respectivamente, los cuales son los mayores resultados, seguido de los tratamientos: 5 (Intermedia x 60 ml) y 6 (Intermedia x 80 ml) con 3,62 y 3,64 respectivamente.

Cuadro 12. Beneficio costo en la producción de plantas de estevia

Tratamiento	Beneficio neto	Costo de producción	B/C
T1	51,64	12,86	4,02
T2	52,77	13,23	3,99
T3	36,41	11,59	3,26
T4	34,86	11,64	2,99
T5	44,75	12,33	3,62
T6	43,54	11,96	3,64
T7	37,06	10,94	3,39
T8	32,37	11,13	2,91

5. Conclusiones

Los resultados obtenidos en el trabajo permiten deducir las siguientes conclusiones:

- A una concentración de 80 ml de *A. vera*, obtuvo un porcentaje de prendimiento del 56.9%. la concentración de 60 ml de *A. vera*, alcanzo un porcentaje de prendimiento del 55.5%. Mientras que a concentraciones superiores a estas, de manera consistente han inhibido en la formación de raíces adventicias.
- Las estacas terminales con la aplicación del enraizador a base de *A. vera*, muestran superioridad en el porcentaje de prendimiento con 52.4%, mientras que las estacas intermedias con 46.0% de prendimiento.
- A una concentración de 60 ml de *A. vera*, tiene un mayor número en promedio en el número de brotes, con 2.08 brotes por estaca, seguido por las concentraciones de 80 ml de *A. vera*, con 1.88 brotes, mientras que en las demás concentraciones se obtuvo valores inferiores en el número de brotes.
- El mayor número en promedio de hojas por planta se obtuvo a una concentración del enraizador orgánico en base a *A. vera*, de 60 ml con 7.07 hojas seguido de 80 ml de *A. vera*, 7.04 hojas. Con relación a las demás concentraciones y el testigo.
- En cuanto al variables del número y la longitud de raíz, a una concentración de 60 ml de *A. vera*, se obtuvieron 3.34 raíces, y una longitud de 2.84 cm por planta, a 80 ml de *A. vera*, se obtuvo 3.26 raíces y una longitud de 2.79 cm superiores a las demás concentraciones.
- La aplicación del enraizador de *A. vera*, a una concentración superior de 100 ml tienen efectos negativos en la conformación de las características en plantines de estevia, esto puede deberse a la toxicidad del producto.

6. Recomendaciones

Por los resultados y conclusiones obtenidos en la investigación se presenta las siguientes sugerencias a manera de recomendaciones:

- En la propagación por estacas de estevia, para la obtención de buenos resultados es importante los cuidados preventivos y la sanidad en la manipulación y el lugar de enraizamiento.
- Se recomienda realizar estudios de investigación utilizando el enraizador natural a base de *A. vera*, a concentraciones menores al 6% (60 ml) en la producción de plantones de estevia.
- Se recomienda continuar con el estudio utilizando el enraizador natural a base de *A. vera*, considerando las concentraciones superiores de 10% (100 ml), en la producción asexual de plantones de estevia.
- Realizar trabajos de investigación aplicando el enraizador natural a base de *A. vera* en otras especies.

7. Bibliografía

APROCSAL (1994). De Comunidad a Comunidad. Boletín No. 7 Asociación de promotores.

Barros. O. (1981). Cacao Manual de Asistencia Técnica N° 23. Publicación IICA. Ana Lucia de Román. Bogotá. Colombia. Pag. 286.

Bertoni, J. (1991). Cultivo de Kaáheé (*Stevia rebaudiana* Bertoni). Boletín de divulgación N° 30. Asunción, Paraguay. 6 p.

Bidwell. R. (1979). Fisiología vegetal. 2 ed. México. p 70.

Calzada. J. (1982). Métodos Estadísticos para la investigación. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. PE.

CASME. (1989). Retenge Ingeniería – Internacional / Brasil – Sao Paulo / Bolivia La Paz / Ed. Alborada p 3 -33.

Castillo N.E. (2002). Productos que se pueden obtener de la sábila Frontera activa Salud/Aloe o sábila.

Cámara Nacional de Exportadores de Bolivia (2006). Publicación Exportemos. Producción con Potencial Exportador Stevia (Oro Verde).

Cámara Boliviana de Estevia (CASTEBOL - 2010). Pagina web consultada: <http://www.steviasantacruz.blogspot.com/> Ing. Rafael Pando Presidente de la Cámara Boliviana de la Estevia.

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

CUMAT – COTESU (1987). Capacidad de uso Mayor de la Tierra Proyecto Alto Beni. La Paz. p 146.

De Vargas. R. (1980). Informe sobre viaje al Japón para observar la producción, comercialización e industrialización de la planta *Stevia rebaudiana* Bertoni. s.p.

Diaz et al. 2002. *stevia rebaudiana* Bertoni. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos “Alexander von Humbolt”.

Enríquez. G. y Paredes. A. (1989). El cultivo de cacao. Editorial EUNED. 3^a Reimpresión de la 2^a ed. Serie Cultivos Mayores N° 4 San José Costa Rica. p 62.

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. Agriculture Tokyo. Japón. p 28.

FUN-VIDA (Fundación Visión Integral de Desarrollo y Agroecológico) 2002. “Una nueva opción de producir para ganar más y vivir sano”. Curso taller de capacitación. La Paz, Bolivia. 20 p.

Heede. V. (1981). El estaquillado. Mundi Prensa España. p. 197.

INC (Instituto Nacional de Colonización BO-2005). Atlas de Municipios de Bolivia. Pagina web consultada: www.ofmsanfranciscolapaz.org/proyecto

IBCE (Instituto Boliviano de Comercio Exterior - 2011). Comercio Exterior un Mundo de Oportunidades. Pagina web consultada: www.ibce.org.bo

Jo María, Hernández R. Estevez M. Rodríguez M. (2008). Utilización del extracto de *Aloe vera* como un fertilizante orgánico foliar y antiestresante en la fase de adaptación. Disponible en: <http://www.megatesis.com>

Jó García María, Hdez. G. René Estevez L. Maylin Bustios D. Santos, Echevarría Yusbel. (2008). Utilización del *Aloe vera L.* en la composición de medios de Cultivo para la fase de enraizamiento de la variedad comercial de plátano FHIA 18. Avances Vol. 10 No 4.

Jordán. F. (1984). El Ka'a - He'e (*Stevia rebaudiana* Bert), Análisis Bibliográfico y Anotaciones Hortícola, Asunción Paraguay. p 63.

Ministerio de Agricultura y Ganadería (1984). Hernando Bertoni. Ministerio Direccion 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 Bibliográficos y Anotaciones Hortícola / Francisco Jordán Molero / Asuncion – Paraguay pag. 6 – 11.

Ministerio de Agricultura y Ganadería (2006). Recomendaciones técnicas para la producción sustentable del Ka'a he'e (*Stevia rebaudiana* Bertoni) en el Paraguay (Manual técnico: N°8). Subsecretaria de Estado de Agricultura Dirección de Investigación Agrícola. Paraguay. s.p.

Navia. (2007). Efecto de aplicación de fitorregulador inorgánico (Duofen) a diferentes concentraciones en el enraizamiento de estacas intermedias y basales de estevia en la localidad de Alto Beni.

Pajas. G. (2002). Niveles de fertilización orgánica en el cultivo de Estevia (*Stevia rebaudiana* Bert.) en la localidad de San Buenaventura Tesis Lic. Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz Bolivia. p 8.

Perrin. R. (1988). Manual la formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Manual Metodológico de evaluación económica. CIMMYT. México. p 13 -30.

Quiroz, D. (2001). Manual técnico para el cultivo de stevia. Asesoramiento técnica agrícola. La Paz, Bolivia. SENAPI. 50 p.

Rojas. M. y Ramírez. H. (1993). Control hormonal del desarrollo de las plantas. 2ª ed. Limusa. México. D.F. p 15 -56.

Rodríguez, H. (2004). Efectos estimuladores del crecimiento de extractosacuosos de plantas medicinales y gel de *Aloe vera*. Rev. Cubana Plant Med. pág. 9.

Rodríguez, H. (2006). Gel de *Aloe vera* y harina de según como soporte sólido de medios de cultivo para plantas medicinales. Revista Cubana de Plantas Medicinales pág. 11 (1).

Retamar, J. A. (1995). Dos especies del género Aloe: Aloe arborescens Mill y Barbadosensis Mill. En *Essenze derivati agrumari*, No 2, 1995.

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 Candeira Volois; Carmen Zapata Castellón; Valentina Ana Apaza Cana / Asistente Técnico Severino Mamani Marca / Colaborador Roberto M. Arteaga Rivero / FIDA/ MERCOSUR. P 77 – 90.

Tamaro. D. (1984). Tratado de Fruticultura, Edición Limusa. Madrid España p 178 – 280.

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

Went. F. W. (1949). Ecology of desert plants the effect of raind and temperature on germination and growth ecology. p 30.

Willarroel. E. (1997). Efecto de diferentes dosis de fitorreguladores sobre el enraizamiento de esquejes, extraídos de tres estratos de las ramas de pimienta. Tesis Ing. Agr. Cochabamba Bolivia. Universidad San Simón. p 44 – 47.

Yaron, A. (1995). Characterization of Aloe Vera gel before and after auto degradation, and stabilization of the natural fresh gel. Phototherapy Research, 7: Special Tissue, pág.11-513.

ANEXOS

Anexo 1. PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO

REP.	CONC.	PARTES	7 DIAS	14 DIAS	21 DIAS	28 DIAS
1	60	TERMINAL	62,50	62,50	62,50	58,33
1	80	TERMINAL	66,60	66,60	62,50	62,50
1	100	TERMINAL	62,50	62,50	54,16	50,00
1	0	TERMINAL	45,80	41,60	45,80	45,80
1	60	MEDIA	58,33	58,33	54,16	54,16
1	80	MEDIA	62,50	62,50	50,00	50,00
1	100	MEDIA	50,00	50,00	41,16	41,16
1	0	MEDIA	45,80	45,80	41,16	41,16
2	60	TERMINAL	70,83	70,83	62,50	62,50
2	80	TERMINAL	62,50	62,50	62,50	58,30
2	100	TERMINAL	54,16	54,16	41,66	41,66
2	0	TERMINAL	50,00	50,00	45,80	41,66
2	60	MEDIA	54,16	54,16	45,80	45,80
2	80	MEDIA	50,18	50,18	54,16	54,16
2	100	MEDIA	50,18	50,18	41,16	41,16
2	0	MEDIA	41,66	41,66	37,50	37,50
3	60	TERMINAL	66,60	66,60	58,33	58,33
3	80	TERMINAL	70,80	70,80	62,50	62,50
3	100	TERMINAL	58,33	58,33	41,66	41,66
3	0	TERMINAL	54,16	54,16	45,83	45,83
3	60	MEDIA	70,80	70,80	54,16	54,16
3	80	MEDIA	54,16	54,16	54,16	54,16
3	100	MEDIA	50,80	50,80	41,60	37,50
3	0	MEDIA	50,00	50,00	41,60	41,60

REP. = REPETICIONES

CON. = CONCENTRACIONES

Anexo 2. PROMEDIO NÚMERO DE BROTES

REP.	CON.	PARTES	7 DIAS	14 DIAS	21 DIAS	28 DIAS
1	60	TERMINAL	1,25	2,00	2,25	2,25
1	80	TERMINAL	1,40	1,80	1,60	1,60
1	100	TERMINAL	1,50	2,00	2,25	2,25
1	0	TERMINAL	1,20	1,80	1,60	1,60
1	60	MEDIA	2,66	3,16	2,33	2,33
1	80	MEDIA	2,50	2,83	2,33	2,33
1	100	MEDIA	1,50	1,66	1,33	1,33
1	0	MEDIA	1,20	2,00	1,70	1,70
2	60	TERMINAL	1,80	1,80	1,40	1,40
2	80	TERMINAL	1,40	1,60	1,80	1,80
2	100	TERMINAL	1,60	1,60	1,50	1,50
2	0	TERMINAL	1,80	1,50	1,50	1,50
2	60	MEDIA	2,00	2,83	3,16	3,16
2	80	MEDIA	1,83	2,16	2,50	2,50
2	100	MEDIA	1,83	2,00	2,33	2,33
2	0	MEDIA	1,35	2,16	2,83	2,83
3	60	TERMINAL	2,00	2,20	2,20	2,20
3	80	TERMINAL	1,60	1,40	1,40	1,40
3	100	TERMINAL	1,00	1,40	0,66	0,66
3	0	TERMINAL	2,00	1,60	1,60	1,60
3	60	MEDIA	1,83	2,00	1,16	1,16
3	80	MEDIA	2,16	2,33	1,66	1,66
3	100	MEDIA	1,33	1,33	1,83	1,83
3	0	MEDIA	1,00	0,83	1,80	1,80

REP. = REPETICIONES

CON. = CONCENTRACIONES

Anexo 3. PROMEDIO NÚMERO DE HOJAS

REP.	CON.	PARTES	7 DIAS	14 DIAS	21 DIAS	28 DIAS
1	60	TERMINAL	2,12	3,54	6,99	8,87
1	80	TERMINAL	1,60	2,93	4,80	5,60
1	100	TERMINAL	1,50	2,37	4,37	4,00
1	0	TERMINAL	1,10	2,60	2,83	3,46
1	60	MEDIA	2,75	4,07	6,05	5,77
1	80	MEDIA	2,79	4,38	6,80	7,88
1	100	MEDIA	2,00	4,66	5,58	7,58
1	0	MEDIA	1,40	3,05	4,61	4,02
2	60	TERMINAL	1,86	3,26	4,80	5,70
2	80	TERMINAL	2,22	3,46	5,86	8,12
2	100	TERMINAL	1,93	2,75	5,00	5,50
2	0	TERMINAL	2,00	2,00	4,00	5,38
2	60	MEDIA	2,72	3,54	5,18	6,83
2	80	MEDIA	2,22	4,33	6,22	6,33
2	100	MEDIA	1,08	4,25	6,50	6,06
2	0	MEDIA	1,16	2,51	4,26	5,72
3	60	TERMINAL	2,93	4,43	8,49	9,18
3	80	TERMINAL	2,26	3,40	6,30	6,50
3	100	TERMINAL	1,58	1,50	2,66	4,16
3	0	TERMINAL	1,60	2,36	4,85	5,29
3	60	MEDIA	2,44	3,83	5,88	6,06
3	80	MEDIA	2,11	3,97	6,34	7,79
3	100	MEDIA	1,83	3,41	5,27	6,51
3	0	MEDIA	1,66	2,50	4,06	5,22

REP. = REPETICIONES

CON. = CONCENTRACIONES

Anexo 4. PROMEDIO NÚMERO DE RAIZ Y LONGITUD

REP.	CON.	PARTES	N° RAIZ	LONG. RAIZ
1	60	TERMINAL	3,50	2,79
1	80	TERMINAL	3,25	2,39
1	100	TERMINAL	2,33	2,62
1	0	TERMINAL	1,80	1,65
1	60	MEDIA	3,20	2,70
1	80	MEDIA	3,00	4,03
1	100	MEDIA	2,80	2,68
1	0	MEDIA	2,00	2,41
2	60	TERMINAL	3,50	3,18
2	80	TERMINAL	4,00	3,12
2	100	TERMINAL	2,66	2,23
2	0	TERMINAL	2,00	1,78
2	60	MEDIA	2,66	3,39
2	80	MEDIA	3,00	2,29
2	100	MEDIA	1,16	1,40
2	0	MEDIA	2,66	1,89
3	60	TERMINAL	3,20	2,98
3	80	TERMINAL	2,50	2,90
3	100	TERMINAL	2,00	2,34
3	0	TERMINAL	2,16	1,53
3	60	MEDIA	4,00	2,01
3	80	MEDIA	3,83	2,04
3	100	MEDIA	3,00	2,09
3	0	MEDIA	2,50	1,63

REP. = REPETICIONES

CON. = CONCENTRACIONES