

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA



TESIS DE GRADO

COMPORTAMIENTO AGRONOMICO DE TRES GENOTIPOS DE  
*Stevia rebaudiana* BAJO AMBIENTE PROTEGIDO EN EL ALTIPLANO

FRANZ ADALID MAMANI CHIPANA

La Paz, Bolivia

2007

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA

COMPORTAMIENTO AGRONOMICO DE TRES GENOTIPOS DE  
*Stevia rebaudiana* BAJO AMBIENTE PROTEGIDO EN EL ALTIPLANO

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

FRANZ ADALID MAMANI CHIPANA

Asesores:

Ing. Ph D. Alejandro Bonifacio Flores .....

Ing. Ph D. Félix Marza Mamani .....

Comité Revisor:

Ing. M. Sc. René Calatayud Valdez .....

Ing. Ph D. Magali García Cárdenas .....

Ing. M.Sc. David Morales Velásquez .....

APROBADA

Presidente: .....



El presente trabajo está dedicado con mucho cariño a mis padres:

Zenobia Chipana y Abraham Mamani

No puedo hacer de lado a mis queridos hermanos Ximena, Nelady, Marithza (†) y Rolando, quienes estuvieron en todos los momentos para darme un apoyo incondicional, también les quedo agradecido por valorar mis trabajos ya que eso me motivó a seguir adelante.

## AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento al Centro Regional de Investigación Agrícola (CRIA), Itapúa – Paraguay, quedo agradecido con ellos por haberme permitido practicar en sus predios experimentales, también agradecerle al director de aquel entonces al Ing. Daniel Bordón Amarilla, además agradecer a todo el cuerpo técnico de las diferentes secciones los cuales son; sección trigo, maíz, soja, suelos, entomología, maquinaria, fitopatología, biotecnología y meteorología.

Agradecer a la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA), quienes me permitieron participar en un intercambio de tecnología entre las instituciones de EMBRAPA (Brasil), INTA (Argentina) y CRIA (Paraguay).

Agradecer al Instituto Agronómico Nacional (IAN) Caacupé – Paraguay, quienes me brindaron los conocimientos necesarios en el cultivo de tejidos *invitro* y mejoramiento genético del Ka´a he´ê (*Stevia rebaudiana* Bert.). También agradecer por capacitarme en la detección de soja transgénica, micro injerto en cítricos libres de virus, mejoramiento genético en melón, frutilla, tomate y olerizas en general.

A quien debo un agradecimiento especial por transmitirme sus conocimientos en el cultivo del Ka´a he´ê es al Ing. M. Sc. Edgar Álvarez, quien fue un amigo tutor y hermano en ese país, además agradecer a la colega de Álvarez Ing. M. Sc. Martha Sacher quien fue paciente con mis torpezas en el laboratorio.

Agradecer a las amigas de la Universidad Nacional de Asunción (UNA), Alicia y Mabel, quienes junto a su familia me brindaron apoyo incondicional, además agradecer a mi gran amigo Jorge Estelniski Sowa con quien pasamos noches enteras dialogando sobre la realidad del agricultor paraguayo.

La empresa Imperio Guaraní S. R. L. me permitió visitar sus ensayos de estevia con variedades americanas. Otra empresa como la K. H. S.A. en sus trabajos de cruzamientos y selección de material genético me hicieron participar en aquellas investigaciones por lo cual quedo agradecido con las dos empresas importantes del Paraguay en cuanto al mejoramiento genético.

Los asesores Dr. Ph. D. Félix Marza y Alejandro Bonifacio fueron los facilitadores en la redacción del documento final, agradecerles por todas las observaciones y correcciones del trabajo. El plantel docente de la Facultad de Agronomía (UMSA), fueron los que me dieron la formación profesional a quienes agradezco por esa labor.

Agradecer a todos los amigos de la facultad, con quienes compartimos buenos y malos ratos de estudiantes, además agradecer a todos aquellos amigos del campo quienes me orientaron cual debería ser la labor del Ingeniero Agrónomo en el campo y la sociedad en general.

## RESUMEN

La *Stevia rebaudiana* Bertoni es uno de los 604 géneros de *Stevia* que tiene varios compuestos edulcorantes, los cuatro más importantes son: esteviósido, rebaudiósido-A, rebaudiósido-C, y dulcósido- A. Esta especie es originaria del Paraguay y que se ha introducido en Bolivia en la región tropical, sin embargo no se conoce su comportamiento bajo ambiente protegido en el altiplano. El presente trabajo se realizó en la provincia Aroma del departamento de La Paz, con el propósito de evaluar tres genotipos de estevia bajo la condición de ambiente protegido, el diseño que se utilizó fue el completo al azar con un factor (genotipos A, B y C) respectivamente, adicionalmente para ilustrar mejor la investigación se optó por un análisis de componentes principales y biplot.

Los resultados en el porcentaje de germinación del genotipo B fueron de 10% en 14 días, el enraizamiento del esqueje del genotipo A fue del 50%, mientras que el genotipo C enraizó en un 100%, ambos genotipos enraizaron en un periodo de 46 días. Dentro del vivero todos recibieron las mismas condiciones en cuanto a sustrato, riego y temperatura, la extracción de las mudas para su trasplante se efectuó a partir de los 47 días posteriores al enraizamiento.

De acuerdo al análisis de varianza ocho variables fueron significativas tales como; altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas, ancho de hojas, largo de hojas, número de ramas, peso seco de hoja y tallo, cuyo coeficiente de variación fluctuó entre 7.90 a 18.62%. Para la prueba de significancia de Tukey los genotipos B y C estadísticamente son iguales en el rendimiento de materia seca con valores promedio de 3,5 a 2,9 gr para hoja y 2,20 a 1,90 gr en tallo. El genotipo A en promedio es superior a los dos anteriores con 10,13gr en hoja y 11,17gr para el tallo respectivamente. En el análisis de componentes principales el CP1 y el CP2 explican con una precisión de 90,7 y 9,3% respectivamente, graficando estos componentes en el biplot se tiene que el genotipo A tiene mayor valor en las nueve variables con una correlación positiva lineal de 0,99.

Desde el punto de vista de la producción el genotipo A posee mayor rendimiento de materia seca en hoja y tallo con valores de 1170,55, 1290,74 kg/ha/corte respectivamente. Los genotipos B y C en promedio de rendimiento en hojas secas tienen los siguientes valores 335,1 y 409,06 kg/ha/corte, el rendimiento de tallo seco es de 220,71, 254,21 kg/ha/corte.

El contenido de Esteviósido y Rebaudiósido-A en el genotipo C es de 11.3 y 2.3%, totalizando 13.6% de edulcorantes totales. El genotipo B posee 10.8% de Esteviósido y 2.0% de Rebaudiósido- A totalizando 12.8%. El genotipo A en relación con los dos anteriores posee menor cantidad de Esteviósido con 7.1% y con una mayor cantidad de Rebaudiósido-A 5.8%. Es evidente que el genotipo A reúne las condiciones ideales para su proceso industrial ya que cuenta con 55.03% de Esteviósido y 44.96% de Rebaudiósido-A, lo cual le confiere al material un sabor poco amargo.

Para el costo parcial se estimó el precio en campo de 35 bs/kg para hoja seca y de 12 bs/kg de tallo seco, el ajuste de rendimiento fue de 10%, se consideró este valor asumiendo el conocimiento básico en el manejo de hortalizas. El beneficio más alto se atribuye al genotipo A con valor de 60018,13 bs/ha, seguido por los genotipos B y C con valores de 10237,02 y 13227,62 bs/ha respectivamente. La tasa de retorno marginal entre A y C es de 35.99 bs, esto indica que por cada unidad monetaria invertida en el genotipo A se recupera la inversión más 35.99 bs.

## INDICE

	Pag
I. INTRODUCCION.....	1
1.1 Objetivos.....	3
1.1.1 Objetivo General.....	3
1.1.1 Objetivos Específicos.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
II. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	4
2.1 Origen Distribución.....	4
2.2 Generalidades sobre el cultivo.....	5
2.2.1 Botánica.....	5
2.2.2 Clima.....	6
2.2.3 Fotoperíodo.....	7
2.2.4 Radiación solar.....	7
2.2.5 Suelos.....	8
2.2.6 Riego.....	9
2.2.7 Propagación.....	10
2.2.7.1 Sexual.....	10
2.2.7.2 Asexual.....	11
2.2.7.3 Micro propagación.....	11
2.3 Manejo.....	12
2.3.1 Densidad de siembra.....	12
2.3.2 Plagas y enfermedades.....	12
2.3.3 Cosecha.....	13
2.3.4 Secado.....	14
2.3.5 Rendimiento.....	14
2.4 Géneros de stevia en el altiplano.....	15
2.5 Características genéticas.....	15
2.6 Características agronómicas.....	15
2.6 Cultivares o variedades.....	16
2.8 Esteviósido.....	16
2.6 Esteviol.....	17
2.6 Esteviósido y Rebaudiósido-A.....	18
2.10 Propiedades y usos.....	19
2.11 Radiación solar en el altiplano.....	20
2.12 Ambiente atemperado.....	20
III. MATERIALES Y METODOS.....	21
3.1 Localización y características de la zona.....	21
3.2 Materiales.....	22
3.2.1 Material genético.....	22
3.2.2 Material de campo.....	22
3.2.3 Material de gabinete.....	22
3.2.4 Ambiente protegido.....	23

3.3 Metodología.....	23
3.3.1 Diseño experimental.....	23
3.3.2 Características del área experimental.....	24
3.3.3 Variables de respuesta.....	24
3.3.4 Preparación de la almaciguera.....	25
3.3.5 Colecta del material vegetal.....	25
3.3.6 Proceso de propagación .....	25
3.3.7 Preparación del lugar definitivo.....	26
3.3.8 Trazado del las unidades experimentales.....	26
3.3.9 Trasplante.....	27
3.3.10 Control de malezas.....	27
3.3.11 Riego.....	28
IV RESULTADOS Y DISCUSION.....	28
4.1 Clima de la zona.....	28
4.2 Temperatura interna del ambiente protegido.....	28
4.3 Análisis de suelo .....	29
4.4 Evaluación del almacigo y esqueje.....	31
4.4.1 Germinación del genotipo B.....	31
4.4.2 Enraizamiento de los esquejes .....	31
4.5 Evaluación de las características agronómicas.....	31
4.5.1 Altura de la planta.....	32
4.5.2 Diámetro de tallo .....	33
4.5.3 Número de hojas.....	34
4.5.4 Ancho de hoja.....	35
4.5.5 Largo de hoja.....	36
4.5.6 Numero de ramas.....	37
4.5.7 Distancia entre nudos.....	38
4.5.8 Peso de hoja seca.....	38
4.5.9 Peso de tallo seco.....	39
4.5.10 Análisis multivariado.....	40
4.5.10.1 Análisis del biplot.....	41
4.5.11 Matriz de correlación.....	43
4.6 Análisis de edulcorantes.....	44
4.6 Análisis económico.....	46
4.6.1 Evaluación del costo parcial.....	46
4.6.2 Ajuste de rendimientos.....	46
4.6.3 Beneficio neto.....	46
4.6.4 Tasa de retorno marginal.....	47
V CONCLUSIONES.....	47
VI RECOMENDACIONES.....	49
VII BIBLIOGRAFIA.....	50



## I. INTRODUCCION

La especie *Stevia rebaudiana* Bertoni en Paraguay es conocida comúnmente como ka'a he'ê (guaraní), el cultivo de esta especie se remonta a periodos previos a la colonia española donde ya era utilizado en la medicina y como edulcorante por los nativos del lugar, dicha especie por su importancia fue introducida con mucho éxito en Japón y China en los años ochenta, en años recientes su importancia fue revalorizada en Paraguay y Brasil. Según la Cámara Paraguaya de la Estevia, actualmente en el país de origen se está proyectando una meta de 9.000 hectáreas para el año 2008.

En la actualidad, ésta especie adquiere importancia debido a su edulcorante natural no calórico, dicho edulcorante se encuentra en tallos flores y hojas, en este último en mayor proporción. Los edulcorantes son una mezcla de ocho glucósidos diterpénicos (entre los que se destacan principalmente el esteviósido y el rebaudiósido-A) cada uno con un potencial edulcorante superior a la sacarosa, a su vez presenta sinergismo con el aspartame, sacarosa, glucosa, fructosa y sacarina. (Gutiérrez, 2002).

Con la difusión de las informaciones sobre la naturaleza y los usos potenciales de los principios edulcorantes de esta especie, su cultivo comercial adquirió importancia variable en Brasil, Japón, Corea, Taiwán, EUA (California) y lógicamente en el Paraguay. En los cuatros primeros países citados, se dio un fuerte impulso a la producción de esta especie vegetal mediante la extracción, destilación y cristalización de sus principales componentes químicos, que ya están siendo utilizadas en una amplia gama de productos destinados al consumo humano (Gibert, 2004).

El extracto del edulcorante presenta en la mayoría de los casos un sabor amargo por lo que se busca eliminar esos componentes. Actualmente mediante ingeniería genética se desarrollan plantas con un alto contenido de esteviósido y

rebaudiósido-A logrando un mejor sabor en el producto final, a la vez que se incrementó el rendimiento del proceso de extracción en las hojas y tallos. No obstante, la concentración de los edulcorantes en las hojas puede variar con el ambiente físico, la estación y las condiciones de cultivo (Álvarez, 2006).

En los programas de mejoramiento se trabaja con selección de individuos con alto contenido de edulcorantes, existiendo una gran variabilidad para los contenidos de esteviósido y rebaudiósido-A. Los materiales seleccionados se los pueden constituir en líneas clonales élite con estos glucósidos, es una especie que se reproduce sexualmente por fecundación cruzada (alógama), por lo que no debe extrañar la diversidad fenotípica y genotípica que se observa en las poblaciones de plantas que crecen espontáneamente. Los resultados indican que ambas características son gobernadas por genes de herencia cuantitativa, por lo que es de esperar que factores ambientales influyan en los mismos.

El cultivo de la estevia constituye una alternativa de producción diversificada muy atractiva no solo en regiones de valle y trópico, su cultivo puede extenderse en zonas no tradicionales como el altiplano boliviano bajo ambiente protegido. Las condiciones socioeconómicas de los agricultores del altiplano, encontrarían una alternativa de mejorar sus ingresos económicos a través de la diversificación de su agroecosistema, en la medida en que este incursione en el aprovechamiento del cultivo y las condiciones de producción disponibles en la región.

Actualmente el cultivo se encuentra en una fase incipiente de desarrollo, donde los rendimientos promedios obtenidos en los Yungas de Bolivia es de 2000kg/ha/año con la variedad criolla, el mencionado resultado no es factible económicamente para los agricultores del altiplano, por tanto se debe buscar incrementar el rendimiento y la calidad del producto mediante selección de individuos con un comportamiento agronómico aceptable en condiciones atemperadas para el altiplano.

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 Objetivo General

- Evaluar el comportamiento agronómico de tres genotipos de *Stevia rebaudiana* Bertoni bajo ambiente protegido en el altiplano.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Estudiar las características agronómicas en los tres genotipos de *Stevia rebaudiana* Bert.
- Comparar costos parciales de producción.
- Determinar el contenido de los edulcorantes en las hojas secas en cada uno de los genotipos.

## 1.2 Hipótesis

- No existe diferencias agronómicas en los tres genotipos de estevia.
- No existen diferencias en el contenido de edulcorantes para los tres genotipos.

## II. REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1 Origen Distribución

CEPEX, (1982). Menciona que la región de origen se encuentra comprendida entre 22 a 26° Sur y 54 a 57° Oeste. Los departamentos de Amambay, Concepción, San Pedro, Canendiyú, Alto Paraná y Caaguazú estarían representados en la zona mencionada.

El género *Stevia* según Pagliosa, (1982) comprende alrededor de 150 especies en América del Sur, especialmente en las regiones tropicales y subtropicales. Se menciona 14 especies en Río Grande do Sul. Algunas de Paraguay serían: *Stevia ampexicaulis*, *Stevia aristata*, *Stevia balansae*, *Stevia cuneata*, *Stevia leptophylla*, *Stevia oxylaena* y *Stevia selloi*. De Brasil se mencionan la *Stevia involucrata*, *Stevia cinerascens*, *Stevia veronicae*, *Stevia satuireifolia*.

Según (Brucher, 1974), el género se encuentra distribuido desde California a la Argentina, encontrándose 38 especies en Bolivia, 23 en Argentina, 13 en Paraguay, 4 en Brasil, 3 en Uruguay. Señala que la *Stevia aristata* como otra que contiene el esteviósido siendo más robusta y más leñosa que la *Stevia rebaudiana*.

Científicos de la Universidad de Illinois en Chicago, han hecho una serie de incursiones e investigaciones por Paraguay, Perú, Colombia y México buscando plantas del género *Stevia* y sus edulcorantes. En México hay alrededor de 70 especies y en Paraguay 14. El diccionario de plantas útiles de Brasil menciona dos especies *Stevia collina*, *Stevia satuireifolia* como edulcorantes (melíferas). *Stevia punensis* de Perú se cita como "sweetener". Se detectó sabor dulce en *Stevia caracasana*, *Stevia lemmonii var hispidula*, *Stevia monardifolia*, estas tres se encontraron en México según las pruebas organolépticas (Soejarto, 1983).

Muestras de hojas secas del herbario “John G. Searle Herbarium of the Field Museum of Natural History in Chicago” fueron sometidas a pruebas organolépticas. Especies de stevia en números de 110 estaban representadas. Se encontró sabor dulce en 18 de ellas los cuales son; *Stevia caracasana*, *Stevia lemmonii*, *Stevia micradenia*, *Stevia nelsonii*, *Stevia oligocephala*, *Stevia organoides*, *Stevia pillosa*, *Stevia porphyrea*, *Stevia puberula*, *Stevia quitensis*, *Stevia reticulata*, *Stevia rebaudiana*, *Stevia pertoliata*, *Stevia phebophylla*, *Stevia vaga*, *Stevia viscida*, *Stevia wagneri* (Soejarto, 1983).

## 2.2 Generalidades sobre el cultivo

### 2.2.1 Botánica

*Stevia rebaudiana* Bertoni, es una planta arbustiva originaria del noreste de Paraguay, perteneciente a la familia de las asteráceas, que crece en estado silvestre en forma de planta aislada. Fue descrita botánicamente en 1905, por el naturalista Moisés Santiago Bertoni, como una planta herbácea de 40 a 80 cm de altura.

La raíz es fibrosa, filiforme y perenne, formando abundante cepa que apenas ramifica y no profundiza, distribuyéndose cerca de la superficie; es el único órgano de la planta que no contiene el esteviósido (De Vargas, 1980). En plantas que se propagan asexualmente por pedazos de tallos en arena gruesa, se ha observado abundante ramificación del sistema radicular. Sumida (1980) observó que las raíces finas abundan en la superficie y las gruesas en las zonas más profundas del suelo.

El tallo es principal durante su desarrollo inicial, tornándose multicaule después del primer ciclo vegetativo llegando a producir sobre 20 tallos en tres a cuatro años. Por lo general llegan a una altura de 50 a 80 cm, los tallos son de color verde de varios tonos, llegando en algunos casos a color purpúreo o morado. Katamaya

(1976) clasificó en doce tipos basándose en forma, tallo principal, ramificación y Angulo. Más adelante se habla hasta de 24 a 28 tipos morfológicos (Mitsubishi, 1975). En condiciones óptimas el tallo puede llegar hasta un metro y medio de altura (Von, 1967).

Las hojas son elípticas oval o lanceoladas, pequeñas, simples; borde o margen dentado; a veces en verticilos; opuestas alternas, sésiles o con pequeño pecíolo. Observaciones del autor indican que tanto en forma como en tamaño y espesor existe gran variación. Zaidán (1980) clasificó en 14 lotes basándose en características foliares. La hoja es el órgano con mayor contenido del edulcorante.

Una planta tarda más de un mes en producir todas sus flores. En Paraguay florece en octubre, diciembre y marzo pero se clasifica como una planta de día corto, situando el foto período crítico en 12 - 13 horas según el ecotipo. Las flores son hermafroditas pequeña y blanquecina, en capítulos pequeños terminales o axilares, agrupados en panículas corimbosas (Shock, 1982).

La polinización es entomófila; se dice que la planta es autoincompatible (protandria) de tipo esporofítico y clasificada como apomíctico obligatorio, el fruto es un aquenio que es diseminado por el viento. Se clasifica en: claro estéril, oscuro fértil y oscuro estéril. El aquenio es alargado delgado (2 a 3mm) color moreno pardo oscuro, coronado por pelos persistentes más claros en color (Randi, 1981).

### 2.2.2 Clima

La región donde crece el ka´a he´ê es subtropical, semihúmeda, con 1.400 a 1.800 mm de lluvia, que se distribuyen regularmente durante todo el año y temperaturas extremas de -6° a 43°C, con promedio de 24°C. La temperatura más apropiada para Stevia es de 15 a 30°C con un límite inferior de -3°C, soporta medias mínimas de 5°C. La capacidad para resistir inviernos, aparentemente es

determinada por la temperatura del suelo. La amplitud crítica está entre 0 a 2°C lo que implica que las áreas potenciales de producción de la especie podría extenderse a latitudes mayores (De Vargas, 1980; Sakaguchi, 1982).

La planta resiste la humedad pero no la sequía, esto puede explicarse por la morfología de su sistema radicular. Con respecto a las temperaturas altas, las plantas son sensibles a los calores desecantes del clima del Paraguay, notándose retorcimiento en los brotes terminales de las hojas picos, reponiéndose a medida que va bajando el calor. Esta reacción es característica en las plantas donde existe un desequilibrio entre absorción y evapotranspiración. Por esta razón es conveniente la protección de la parte aérea para disminuir el efecto de transpiración cuando el trasplante se realice en épocas calurosas Shock(1982)

### 2.2.3 Fotoperíodo

La Stevia es una planta de día corto y según Kudo (1974) con fotoperíodos de 12.5 horas, la floración ocurre después de 92.6 días. En Paraguay florece en octubre, diciembre y marzo pero se clasifica como una planta de día corto, situando el foto período crítico en 12 - 13 horas según el ecotipo (Shock, 1982).

### 2.2.4 Radiación solar

Estudios efectuados en Colombia con genotipos de estevia Morita 1 y Morita 2 como factor A, el factor B fue 100%, 56%, 24%, 19% de radiación solar respectivamente, observándose los valores más altos en el testigo con una radiación del 100% ( $3.885 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ); en segundo lugar la polisombra permitía el paso del 56% de radiación incidente ( $2.132 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ); y por último, las más bajas radiaciones se presentaron en las polisombras de 24 y 19% de radiación incidente  $891,5$  y  $741,3 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  respectivamente. Los altos niveles de radiación (56 y 100%) inducen a un incremento de la materia seca de las hojas en 'Morita 2', efecto que no se evidenció para 'Morita 1'. (Jarma *et al*, 2005).

### 2.2.5 Suelos

No existe mucha uniformidad de criterios en lo referente al requisito del suelo. En su estado natural, la planta crece en suelos de baja fertilidad, ácidos, de tipo arenoso hasta orgánico y con alta humedad. Algunos autores recomiendan tierras areno-arcillo-humífera o simplemente arena humífera. La tierra ideal es la areno-arcillosa con regular proporción de humus. Se adapta bien a suelos arcillosos con buen drenaje, no así en lugares con exceso de humedad (CREDICOOP, 1984).

La tierra rica en materia orgánica, como las del bosque recién desmontado no son convenientes, pues en ella adquiere una enfermedad de la raíz muriendo un alto porcentaje de plantas. La planta crece naturalmente en suelos de PH 4 a 5 pero crecerá bien entre 6.5 y 7.5, siempre que no sean salinos (Aranda, 1955).

Sumida (1981) observó alta productividad bajo condiciones de exceso de humedad del suelo, debido a que la respiración de las raíces no decrece en condiciones de medio con bajo contenido de oxígeno siendo el consumo medio de oxígeno de sus raíces menor que otros cultivos de tierras altas.

Debido a las características y exigencias de este cultivo, especialmente en cuanto a la distribución de las raíces dentro del perfil del suelo y a las exigencias tanto nutricionales, de humedad y aireación, los suelos ideales para un buen desarrollo del ka'a he'ê son aquellos que presentan tanto las propiedades químicas y físicas capaces de responder a dichas exigencias. Los suelos que cumplen con estos requisitos son los conocidos como: franco-arcillosos, areno-arcillosos o los arcillo-arenosos. En cuanto a la reacción del suelo, es decir el pH, podemos decir que la planta del ka'a he'ê presenta buen comportamiento a niveles de pH, que van de 5.5 a 6.5, que serían los niveles ideales. (Gibert, 2004).



### 2.2.6 Riego

El agua es igualmente importante en el rendimiento final de la materia seca, por lo cual el riego es imprescindible en los emprendimientos empresariales. A nivel del pequeño agricultor, en pequeña escala, en regiones de buena distribución de lluvias, de 1500 a 1700 mm por año en suelos con buena capacidad de retención de humedad. (Molero, 1985).

Sumida (1980), desarrollando trabajos de investigación tendientes a estudiar la resistencia de la planta a la sequía, comprobó que la falta de agua en el suelo durante la fase inicial del crecimiento no produce marchitamiento. Sin embargo, la sequía produce grandes efectos en las fases posteriores del crecimiento de la planta. Al comienzo del periodo de crecimiento, las hojas no se marchitan fácilmente, pero cesa el crecimiento de la planta, lo que causa una fuerte reducción en la producción final de la materia seca, comparada con otros estados de crecimientos.

El riego en condiciones de campo no reemplaza totalmente al agua de lluvia, por eso, en zonas húmedas, es una alternativa para sobrellevar los momentos críticos de humedad en el suelo por sequías esporádicas o temporales. Generalmente, el riego no produce cambios positivos por sí solo, sino que debe ir acompañado de decisiones acertadas en los cuidados culturales dentro de un paquete tecnológico. Antes de conocer cuál será el sistema de riego apropiado para la estevia, se debe tener en cuenta si se tiene agua de buena calidad es decir con bajo contenido de sales solubles, de sodio y de elementos nocivos y en cantidad suficiente, (la estevia requiere una lámina diaria de 5 mm de humedad). Una vez que se reúnan estos dos requisitos, entonces es posible aplicar un sistema de riego. (Gibert. 2004).

## 2.2.7 Propagación

La producción de mudas se efectúa generalmente empleando semillas verdaderas o por brotes (hijuelos, vástagos) siendo éste último el método de propagación asexual mas ventajoso, por ser mas seguro su prendimiento, en comparación con otras alternativas que pueden adoptarse con el mismo fin.

### 2.2.7.1 Sexual

La estevia se reproduce sexualmente por aquenios que vienen a constituir su semilla. Como se ha mencionado anteriormente, la planta es de polinización cruzada y gran parte de sus aquenios son estériles. Para mejorar la producción de la semilla se recomienda la incorporación de apiarios en la plantación. Solamente se produce semilla viable cuando una flor es fecundada por polen de otra planta (De Vargas, 1980).

Hay distintas versiones en cuanto a la fertilidad de la semilla. Randi (1980) menciona que puede haber hasta un 78% de frutos claros estériles. Por otro lado dice, que la fertilidad puede llegar de 40% al 80%, además encontró que los aquenios oscuros variaron en peso de 100 a 540 ug, el porcentaje de germinación varió de 38 a 63% en muestra de aquenios, cuya fertilidad de embrión mediante examen por lupa fluctuó entre 41 y 84%.

La cantidad de semillas seleccionadas destinadas a la producción de mudas para la plantación del área de cultivo a efectuarse dependerá principalmente de su calidad, condición que se deberá determinar mediante la pertinente prueba de su germinación. La temperatura óptima para la germinación de la semilla es de 20° C, cuando la temperatura es de 25° a 30°C, existe sensibilidad a la luz en la germinación de la semilla.

### 2.2.7.2 Asexual

Cuando se dispone de una variedad o línea superior, se recomienda multiplicar en forma vegetativa, para mantener las cualidades superiores deseables comercialmente. La propagación por pedazos de tallos, esquejes o estacas, puede ser un método de factibilidad económica. Shock (1982) encontró que esquejes de 8 cm. tratados con rotone F, sembrado en mezcal de turba y arena, en una cámara con llovizna de 10 segundos cada 10 minutos, enraizaron bien. Los esquejes terminales arraigaron mejor y produjeron mejores plantas, estos esquejes fueron colocados en el propagador a distancia de 5 cm, tanto entre hileras y columnas.

Molero (1984), en Paraguay enraizó fácilmente tanto esquejes terminales como sub-terminales en los meses de abril y octubre. El resumen de estos trabajos demostró que bajo condiciones de llovizna intermitente y en arena gruesa lavada la propagación por secciones del tallo es completamente factible. Se encontró que los esquejes terminales o apicales enraízan mejor, el esqueje debe tener por lo menos tres nudos con todo su follaje y que el ácido índole-butírico mejora significativamente el enraizamiento. Los esquejes producen suficientes raíces en un periodo de cuatro semanas.

### 2.2.7.3 Micro propagación

El uso de propagación *in vitro* o cultivo de tejidos ya se ha practicado en la estevia y puede ser otro medio de propagación. Yang *et al* (1981) obtuvieron plantas más uniformes genéticamente hablando en cultivo *in vitro*, aduciendo que es muy fácil clonarlos, así como la rápida multiplicación cuando se usa 10 mg/l de benziladenina, de ácido naftalina acético de N<sup>6</sup> ( $\Delta^2$  - isopentil) adenina (2 ip) y kinetina. Se produjeron de 13 a 15 brotes por nudo con 8 raíces por “explante” en un 100% de enraizamiento. Actualmente el Instituto Agronómico Nacional de Paraguay cuenta con una metodología de micropropagación.

## 2.3 Manejo

### 2.3.1 Densidad de siembra

Álvarez (2006), menciona que la densidad mínima recomendada es de 100.000 plantas por hectárea. Sin embargo, dependiendo del manejo del agua en el cultivo, la densidad puede variar de 100.000 plantas por hectárea hasta 200.000 plantas por hectárea. Si un cultivo es manejado con cobertura muerta todo el tiempo (con cobertura de pasto), la densidad puede ir hasta 150.000 plantas por hectárea, y si es utilizado el riego complementario, 200.000 plantas por hectárea. Las densidades descritas anteriormente pueden ser conseguidas con los siguientes marcos de plantación:

100.000 pl/ha = 0,20 metros entre plantas x 0,50 metros entre hileras.

150.000 pl/ha = 0,13 metros entre plantas x 0,50 metros entre hileras.

200.000 pl/ha = 0,10 metros entre plantas x 0,50 metros entre hileras.

### 2.3.2 Plagas y enfermedades

Hasta la fecha pocos son los insectos y otros animales que dañan la planta de la estevia. Con el tiempo según siga la domesticación de la especie, estos problemas irán aumentando. Los siguientes representantes de la fauna han sido informados u observados atacando a la planta: Pulgón o áfidos, orugas del follaje (lepidópteros), chinches harinosas, hormigas, coleópteros, arañuelas, cigarritas (homópteros), barrenadores del ápice (lepidópteros) y nemátodos noduladores, Molero (1984) ha observado ataques de pequeñas larvas de lepidópteros comiendo el follaje de la estevia y causando gran defoliación en plantas jóvenes. Una de estas larvas daña el punto de crecimiento y provoca la muerte de la yema apical.

Aún no cuenta con insectos que causen daño económico, sin embargo en plantines trasplantados en franca brotación o en socas rebrotadas (rebrotos

después del corte), pueden producirse fuertes ataques de langostas, ante lo cual deberá ser empleado un insecticida de contacto e ingestión. Actualmente el mercado orgánico se encuentra reducido, ya que el interés de las industrias cristalizadoras del esteviósido es la materia prima (Álvarez, 2006).

Varios hongos causando enfermedades han sido informados en estevia los cuales son: *Rhizoctonia solana*, *Sclerotium rolfsii*, *Sclerotinia sclerotium*, *Alternaria steviae*, *Septoria steviae*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium spp*, *Cercospora spp*, estos hongos abundan especialmente en épocas de altas temperaturas y mucha lluvia, en suelos de pobre desagüe y mala aireación. Tani (1984) informó en el Paraguay como las más abundantes y dañinas a la *Alternaria*, *Septoria*, *Rhizoctonia* y *Sclerotium*, las primeras dos del follaje y las últimas del tallo y raíz.

Con relación a las enfermedades, la más problemática es la mancha marrón causada por los hongos *Septoria* o *Alternaria*. Para el control de estas enfermedades los fungicidas a base de oxiclورو de cobre aplicado a los 15 a 20 días después de la brotación, complementado con otros agroquímicos a los 45 días después de la brotación ofrecen muy buen control de la enfermedad, sin que se corra el riesgo de observarse residuos de estos agroquímicos en las hojas (Álvarez, 2006).

Con el objetivo de minimizar el uso de los agroquímicos se trabaja en la identificación de individuos resistentes y/o tolerantes a las enfermedades, entre las líneas seleccionadas 135, 142 y 259, el que presenta una resistencia al *Sclerotium spp* es la línea 259, lo cual puede ser empleado para un mejoramiento genético para aquellas zonas con problemas de este patógeno (Casaccia, 2006).

### 2.3.3 Cosecha

Durante el año se realizan tres cortes o cosechas en el cultivo de ka'a he'ê, el corte deberá efectuarse a 5 centímetros de altura desde el cuello de la planta y es

ideal efectuarlo con tijeras grandes y cualquier otro implemento que tenga el mismo sistema de corte, de manera a realizar un corte limpio sin magulladuras y sin que se produzca desarraigo por el impacto que suele ocurrir al utilizar el machete. El momento oportuno de cosecha se da cuando la planta está en inicio de formación de botones florales (Álvarez, 2002).

#### 2.3.4 Secado

La cosecha se inicia ni bien el rocío se haya disipado hasta el mediodía. Lo cortado puede colocarse en las melgas de cultivo o sobre mallas de media sombra de manera a obtener un producto más limpio. Lo cosechado se lleva bajo techo a partir de las 16 horas para luego, si hace falta, volver a quitarlo al día siguiente para completar el secado. Posteriormente se procede al deshojado con golpes entre sí de las ramas o con horquillas, para propiciar el desprendimiento de las hojas o con las manos directamente. El producto final debe quedar con una humedad de entre 9 a 11%. (Álvarez, 2002).

#### 2.3.5 Rendimiento

En los años que predominen condiciones climáticas normales, el cultivo establecido en un terreno que se caracterice por su buena fertilidad y que sea manejado correctamente, puede dar un rendimiento anual más de 4000kg de hoja seca /ha/año. En promedio la variedad criolla presenta un rendimiento de 1.800 a 2.300 kilogramos por hectárea, en tres cortes, en cultivos de 2 a 3 años de edad. La línea 142 actualmente conocida como la variedad eireté presenta un alto potencial, pudiendo alcanzar rendimientos con buen manejo del cultivo y sin riego, de 3.300 a 4.000 kilogramos por hectárea en tres cortes, en cultivos de 2 a 3 años de edad. La línea 135 se caracteriza por su rusticidad y por su adaptabilidad en suelos pobres y ácidos, alcanza un rendimiento promedio de 4.500 a 5.000 kilogramos por hectárea en tres cortes en cultivos de 2 a 3 años, este material a un no fue liberado al mercado nacional del Paraguay (Álvarez, 2006).

## 2.4 Géneros de stevia en el altiplano

Antón (1998) describe a la *Stevia tarijensis* Hieron, como un sub-arbusto de 10 a 20 cm, hojas opuestas, envés glanuloso-punteado. Involucro cilíndrico con tres flores blancas o rosadas, corola pubescente. Crece en laderas desprovistas de vegetación, sobre piedra esquistosa, florece de enero a abril. Investigaciones recientes dan a conocer que se tiene aproximadamente 604 géneros de estevia (anexo 1).

## 2.5 Características genéticas

Los estudios revelan que la planta es diploide con un contenido de 22 cromosomas, de acuerdo con las investigaciones el número haploide de cromosomas en la estevia es de once. Estudios de poliploidía fueron realizados por Sato y Kawakami (1975), estos investigadores obtuvieron variedades de alta calidad. La poliploidía puede resultar un buen método para obtener aumentos de productividad en términos de masa foliar y contenido de principio activo, reduciendo el área plantada y por ello los costos, a su vez se puede inducir a la esterilidad masculina o femenina (Handro, 1984).

## 2.6 Características agronómicas

Molero (1984), ha colectado 40 distintos tipos de estevia en el Paraguay. Estas plantas exhiben gran variación genética. Datos tomados en plantas propagadas por división o separación de cepas o macolla a los 5 a 6 meses de edad produjeron los resultados que a continuación se presentan (cuadro 1).

Cuadro 1 – Colección de 40 tipos de estevia

CARACTERISTICAS	AMPLITUD	PROMEDIO
Altura (cm.)	31 a 78	53,7
Diámetro de tallos (mm.)	3,2 a 10,1	5,20
Numero de tallos	1 a 25	10,3
Longitud entre nudos (cm)	1,1 a 6,7	3,00
Longitud hoja (cm.)	3,7 a 7,4	5,60
Diámetro hoja (cm.)	1,0 a 2,9	1,80
Peso seco de hojas (gr.)	8,6 a 22,2	15,5

## 2.7 Cultivares o variedades

Se ha intentado clasificar en distintas variedades a la estevia, pero la clasificación actual se basa en su porcentaje de esteviósido. Es posible obtener variedades a través de la recombinación de genes o de la provocación de mutaciones, poliploides, hibridación y selección, a continuación mencionamos algunas variedades conocidas en el mercado comercial: Variedad criolla, Variedad clonal eireté, morita 1, morita 2, suweon1, suweon2, t 43, t 60, 508, J2/8, J/23, EM1, EM2, no se cuenta actualmente con la información exacta de cuantas variedades puedan existir, se estima que pueda existir aproximadamente mas de 200 variedades.

## 2.8 Esteviósido

Esteviósido es un nombre dado al principio edulcorante de la *Stevia rebaudiana* Bertoni, de acuerdo con las normas aprobadas por la “Unión Internacional de Química” reunida en Copenhague en 1924. El esteviósido es un glucósido de formula  $C_{38}H_{60}O_{18}$ , el esteviósido es una combinación de una molécula de esteviol con tres moléculas de glucosa (Figura 1).



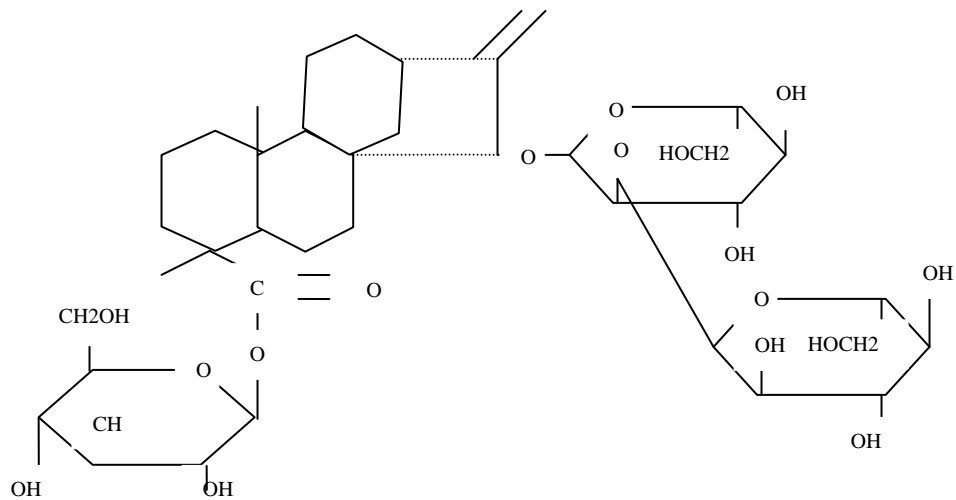


Figura 1 - Estructura química del esteviósido

## 2.8 Esteviol

Fue aislado por primera vez por Bridel y Lavielle que obtuvieron un producto puro, sin color, sin el sabor meloso y un buen cristalizado, para lo cuál propusieron el nombre de esteviol, eso recuerda el origen de su procedencia, en la figura 2 se muestra la estructura química del esteviol.

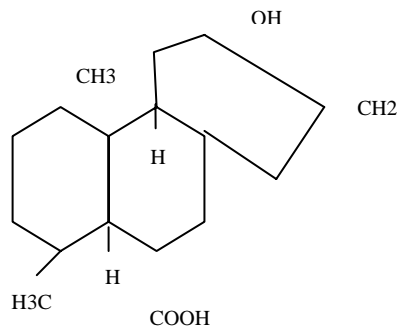


Figura 2 – Estructura química del esteviol

## 2.9 Esteviósido y Rebaudiósido-A

El Instituto Agronómico Nacional (IAN) de Paraguay está realizando un trabajo de selección de variedades de estevia con el objetivo de evaluar el contenido de Esteviósido y Rebaudiósido-A. Las muestras analizadas pertenecen a plantas cosechadas en los años 1998 y 1999 en distintas regiones del país en etapa de prefloración y seleccionadas fenotípicamente de una población abierta compuesta de 2.000 ejemplares por sus características agronómicas superiores. Cabe señalar que la muestra utilizada corresponde a una población cultivada comercialmente por los agricultores (CAPASTE, 2002).

La metodología analítica empleada es la sugerida por Hashimoto-Morigasu (1978). El equipo de HPLC utilizado para la determinación cuantitativa del Esteviósido y Rebaudiósido-A. El contenido de Esteviósido y Rebaudiósido-A, se presenta mediante un gráfico denominado cromatograma y posteriormente el resultado se expresa en porcentajes. Los resultados (cuadro 2), muestran que el contenido de Esteviósido fluctúan entre el 5,1 a 10,0% y el contenido de Rebaudiósido- A fluctúa entre el 3,1 a 9,0%.

Cuadro 2 – Contenido de Esteviósido y Rebaudiósido-A en Paraguay

	% DE LA POBLACION	RANGO
Esteviósido	61.4%	5.1% - 10.0%
	32.0%	10.1% - 21.0%
Rebaudiósido-A	61.0%	3.1% - 9.0%
	100.0%	0.0% - 12.0%

Fuente IAN 1999

Se pueden comparar los resultados de Midmore (2002) con los del IAN (1999) y concluir que, básicamente existe una similitud en ambas investigaciones referente al contenido de esteviósido de Paraguay. Los rangos según Midmore (2002) comprenden de 5,0 a 14,0% y según el IAN (1999) los resultados fueron de 5,1 a

21,0%. Estos rangos de contenidos de esteviósido son mayores a aquellos encontrados por Midmore en estevia de China, que están en el rango de 3,78 a 6,98%. Existen menos coincidencias entre ambas investigaciones respecto al contenido de Rebaudiósido-A, el rango en estevia de Paraguay está entre 2 a 4% según Midmore y 3,1 a 12,0% según el IAN. Para estevia de China, Midmore demuestra un rango de 3,86 a 12,15% (Cuadro 3).

Cuadro 3 – Análisis de esteviósidos y Rebaudiósidos en China

Origen de Cultivos	Esteviósido %	Rebaudiósido-A%	Edulcorantes Totales
Paraguay – promedio	8 – 14	2 – 4	10 – 15 %
Paraguay – típico	5 – 10	2 – 4	9 – 15 %
Paraguay – silvestre			10.2 – 13.5 %
China – promedio	6.44	3.86	10.3 %
China – selección 508	5.73	12.03	17.9 %
China – selección J2/8	3.78	12.15	18.3 %
China – selección J/23	6.98	10.47	19.57 %

Fuente Midmore. 2002

## 2.10 Propiedades y usos

Entre sus principales propiedades y usos se pueden citar:  
**AGRICULTURA:** como activador de cultivos, hortalizas, frutales y otros.  
**GANADERIA:** en raciones balanceadas, para animales de granja, y mascotas  
**COSMETICOS:** aditivos para cremas, lociones jabones y shampoo  
**MEJORADOR DE AMBIENTE:** agente para desintoxicar dioxina y químicos peligrosos.

**SUELOS:** como desinfectante porque mata bacterias, hongos filamentosos y protozoarios.

**MEDICINA:** Acción hipoglicémica, contra la obesidad, cardiotónico, acción

digestiva, anticaries, efecto dérmico, acción antimicrobiana, como agente antioxidante, desinfectante, (Yasusada, 2003).

### 2.11 Radiación solar en el altiplano

En la región altiplánica y valles adyacentes la cantidad de radiación solar recibida en la atmósfera es elevada durante todo el año como consecuencia de su altura sobre el nivel del mar. La radiación global estimada fluctúa entre los 450 y 500 cal/cm<sup>2</sup>/día a la altura promedio del altiplano de 3880 msnm, siendo que a los 1000 msnm es de solo 400 cal/cm<sup>2</sup>/día. Esta intensa radiación da la posibilidad de insolación amplia debido al aire seco y diáfano por lo cual la difusión de temperatura es baja. Este fenómeno causa que la temperatura a la sombra sea baja y alta cuando la radiación solar es directa (FAO 1978; citado por Hartman, 1990).

### 2.12 Ambiente atemperado

La cantidad de radiación en el suelo y los subsiguientes intercambios de radiación con la atmósfera condicionan la temperatura. Por lo tanto uno de las funciones del ambiente atemperado es captar esta radiación solar intensa durante el día y evitar que se pierda por emisión terrestre y así crear un microclima (Hartman, 1990).

El ambiente atemperado es un elemento colector de la energía solar con una ubicación en función del máximo aprovechamiento de la intensidad de la radiación solar y una alta producción. Permite aprovechar las condiciones de contenido de dióxido de carbono, porcentaje de humedad relativa e intensidad luminosa y rango de temperaturas adecuadas para una producción sostenida y eficiente (Mejía, 1987).

El CO<sub>2</sub> es utilizado igual que la luz el agua en la fotosíntesis, para producir crecimiento y desarrollo. Si un ambiente se cierra herméticamente, después de

pocas horas de luz sobre las plantas, el CO<sub>2</sub> puede ser consumido totalmente mediante la fotosíntesis y las plantas llegan a sufrir un estrés. En general este problema puede ser contrarrestado dejando circular aire dentro el interior y exterior del ambiente protegido (Hartman, 1990).

FAO (1990) indica, que las carpas solares surgen en el país como respuesta a la frustración de no poder encontrar soluciones a problemas estructurales en el Altiplano, sin embargo aunque los ambientes atemperados no pueden solucionar problemas de fondo, si puede tener una función como componentes de desarrollo.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Localización y características de la zona

La zona de estudio se ubica en Collana Norte séptima sección de la Provincia Aroma a 47.4 Km. de la ciudad de La Paz, geográficamente se encuentra a 16°53' latitud sur y 68°17' longitud oeste a una altitud de 3940 msnm.

Los suelos del ambiente protegido son de origen coaluvial, generalmente franco arenosos o franco arcillosos, relativamente superficiales pero con muy buen drenaje natural, estos suelos son menos profundos que los del Altiplano norte y muy pobres en materia orgánica presentando una coloración clara. Se puede reconocer varias series importantes dentro de este tipo como ser: Calamarca, Ayo Ayo hasta Vizcachani, de origen preponderantemente aluvial, suelos francos y franco-arenosos, en el horizonte A son franco arcillos a franco, en el horizonte B francos compactados o arcillosos y en el horizonte C con rocas aluviales (Arce, 1962).

## 3.2 Materiales

### 3.2.1 Material genético

El material genético que se evaluó fueron los siguientes genotipos, A (línea 135), B (variedad sintética), C (Variedad criolla), cuyas características son:

La variedad criolla es la que comúnmente se cultiva en Bolivia, es de ciclo precoz muy desuniforme, presenta un potencial de rendimiento catalogado de bajo a medio. Para conservar las características genéticas del material se realizó una propagación vegetativa

Las características de la variedad sintética todavía se encuentra en estudio por tanto no se tiene datos finales, dicho material fue propagada por la vía sexual (semillas).

La línea 135 presenta un comportamiento agronómico sobresaliente debido a su rusticidad, dicho material posee un rango amplio de adaptabilidad en suelos pobres y ácidos, cuyos rendimientos son catalogados como alto, la propagación vegetativa mantiene esta característica de rendimiento y garantiza que todos los individuos sean homogéneos.

### 3.2.2 Material de campo

Picotas, palas, rastrillos, carretilla, manguera de riego, chontilla, flexo metro, termómetro, estacas, carteles, pinturas, clavos, nylon de polietileno.

### 3.2.3 Material de gabinete

Cámara fotográfica, lapiceros, papel bond, computadora, escáner, calculadora.

### 3.2.4 Ambiente protegido

Para la construcción se emplearon los materiales locales, los muros fueron contruidos de adobe con un revoque interno que funciona a manera de aislante sellando todas las aberturas entre adobes y hermetizando el ambiente. Para el sostén de las vigas que soporta el peso de la cubierta se emplearon callapos de 12 cm de diámetro, dichos callapos garantizan la firmeza de estructura cubierta, (anexo 2).

## 3.3 Metodología

### 3.3.1 Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó fue el Diseño Completamente al Azar con tres tratamientos y tres repeticiones en base a su modelo lineal aditivo (Anexo 3).

Modelo lineal aditivo

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

$X_{ij}$  = Variable de respuesta debida a la  $i$  – ésima variedad de estudio y la  $j$  – ésima repetición

$\mu$  = Media poblacional

$\alpha_i$  = Efecto de la  $i$ –ésima variedad

$\varepsilon_{ij}$  = Efecto aleatorio de los residuales

Por otro lado la información también fue objeto de estudio a través del análisis multivariado en base a componentes principales y biplot.

### 3.3.2 Características del área experimental

Área total del ensayo .....	96m <sup>2</sup>
Largo de la unidad experimental .....	2.70m
Ancho de la unidad experimental .....	1.50m
Ancho de pasillos .....	1 m
Área de la unidad experimental .....	4.05m <sup>2</sup>
Numero de hileras .....	4
Distancia entre hileras .....	0.50 m
Distancia entre plantas .....	0.20 m
Numero de plantas por hilera .....	10
Numero de plantas por unidad experimental	40

### 3.3.3 Variables de respuesta

- Altura de planta (cm.); se midió desde la base del suelo asta el extremo apical de la planta.
- Diámetro de tallo (mm.); la medida se la efectuó a 10 cm de la base del suelo con un vernier.
- Número de hojas; el conteo se la realizó a cada planta que previamente fue marcada.
- Ancho y largo de hojas (cm.); estas variables fueron medidas con una regla en la parte central de la planta.
- Número de ramas; se la efectuó por simple conteo de todas las ramas con cuatro hojas.
- Distancia entre nudos (cm.); con una regla se midió la distancia existente entre un nudo y otro en la parte central de la planta.
- Peso de hoja seca y tallo (gr.); se dejo secar a temperatura ambiente por un periodo de 20 días bajo sombra, posteriormente se pesó por separado las hojas y los tallos en una balanza digital.



#### 3.3.4 Preparación de la almaciguera

El terreno de un almácigo se preparó considerando los mismos criterios para una huerta, nivelando y limpiando de todo tipo de cuerpos extraños. El área del almácigo fue de 2 m<sup>2</sup> (1 m \* 2 m), sobre el nivelado del almácigo se colocaron las costaneras de madera, estas se aseguraron con estacas clavadas en el suelo para evitar que se destruya el almácigo.

Concluida con el armado de las costaneras se procedió a colocar una bolsa de polietileno en la base del almácigo, con el propósito de aislar el sustrato preparado (arena + suelo del lugar en una relación de 1:1); luego se procedió al alisado y preparación de la tierra con un rastrillo para almacigar las semillas y los esquejes.

#### 3.3.5 Colecta del material vegetal

Los esquejes del genotipo (A) se obtuvieron de plantas jóvenes de 40 a 50 cm. de altura, las plantas fueron podadas de 2 a 5 cm. de la parte apical, esta colecta se realizó en el mismo lugar del experimento ya que dicha línea ingresó al país el año 2003 *in vitro*. El genotipo (C) fue colectada en los predios del Instituto Superior Técnico Agro – Industrial (ISTAIC) de la provincia de Caranavi, al igual que en el caso anterior se hicieron podas de 2 a 5 cm de la parte apical. El material (B) fue colectado en el lugar del experimento junto al genotipo A.

#### 3.3.6 Proceso de propagación

Este proceso se realiza para los genotipos A y C en un área de 0.66 m<sup>2</sup>, en los cuales fueron almacigados en un número de 200 esquejes. Las hojas basales de los esquejes fueron removidas para tener un buen tamaño de tallo que pueda penetrar en el sustrato, la distancia entre esquejes fue de 5 cm y entre hileras de 8 cm. Las semillas del genotipo B, fue almacigado en una cantidad de 2 gramos, la siembra se realizó esparciendo las semillas sobre el almácigo (al boleó) para

lograr una germinación pareja, las semillas colocadas en el almácigo fueron adheridas al suelo con una botella para extraer las burbujas de aire que perjudiquen la germinación.

El almácigo para los esquejes y las semillas fue establecido dentro el ambiente protegido, posteriormente se cubrió la almaciguera con polietileno transparente, con el objeto de crear un microclima que favorezca el desarrollo de los plantines en los primeros días, una vez establecido los esquejes y las semillas se procedió a realizar un riego profundo para tener un buen contacto entre los genotipos y el sustrato, posteriormente se aplicó riego por aspersion asemejando a una llovizna intermitente durante el día por 12 horas alternando cada 10 minutos durante 20 días, luego se procedió a colocar una malla de media sombra, la humedad que crea la media sombra es apropiada para enraizar y germinar las semillas. Como medida de control fitosanitario se utilizó Benomil a una dosis de 1gr/L y se aplicaron cada 15 días.

### 3.3.7 Preparación del lugar definitivo

El terreno fue preparado con 15 días de anticipación antes del trasplante, se quitaron todas las malezas y cuerpos extraños existentes en el lugar, posteriormente se removió el suelo a una profundidad comprendida entre 30 a 40 cm con su respectivo mullido para una buena desagregación del suelo, luego con la ayuda de un rastrillo se hizo el nivelado correspondiente para permitir un buen riego durante todo el ciclo del cultivo.

### 3.3.8 Trazado del las unidades experimentales

Para esta operación se procedió de acuerdo a las dimensiones mencionadas anteriormente, posteriormente se efectuó la demarcación correspondiente para las unidades experimentales, estableciendo el diseño experimental dentro el área

en estudio, una vez trazado las unidades experimentales se surcaron en cada unidad experimental.

### 3.3.9 Trasplante

El trasplante se inició con la apertura de hoyos pequeños dentro los surcos, luego se introdujeron los plantines para posteriormente cubrirlos con tierra hasta el nudo vital. La densidad que se aplicó fue de 100.000 plantines/ha recomendado por Álvarez (2002), para esta densidad se tiene un espacio entre surcos de 0.50m y entre plantines de 0.20m, una vez concluida el trasplante se aplicó un riego a capacidad de campo para facilitar un buen contacto entre la raíz y el suelo.

### 3.3.10 Control de malezas

Labor realizada a los 30 días después del trasplante, con la buena humedad y temperatura que se tiene dentro el ambiente las malezas encuentran un medio adecuado para desarrollarse, para evitar problemas posteriores su control se la hizo manual, las malezas que se encontraron en unas cantidades significativas pero no agresivas fueron las siguientes:

NOMBRE COMUN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO
Diente de león	Compositae	<i>Taraxacum officinale</i>
Yauri yauri	Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i>
Mostaza	Brassicaceae	<i>Brasica rapa</i>
Bolsa de pastor	Brassicaceae	<i>Capsella bursa pastoris</i>

### 3.3.11 Riego

Para iniciar esta operación se hicieron los cálculos correspondientes de lámina de riego y frecuencia de riego, donde la frecuencia de riego es de 7 días, con una lamina de riego de 38.4mm (Anexo 4).

## IV RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 Clima de la zona

Los datos de la provincia Aroma refleja el comportamiento térmico e hídrico de la región, donde la temperatura máxima es de 23°C en los meses de noviembre a diciembre con una mínima de -6°C en los meses de junio y julio con una precipitación de 0 mm en junio y una precipitación de 141 mm enero (Cuadro 4).

Cuadro 4 – Características meteorológicas de la zona

MESES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T °C Max	21,5	22	21	21	20	19	20	21	20	22	23	23
T °C Min	1,83	1,8	1,3	-0,8	-5	-6	-6	-5,8	-4	-2	-0,5	4,3
T°C Med	10,6	11	11,2	10,3	8,7	6,3	6,7	7,5	8,8	10	11	12
PP° mm	141	84	20,8	24,4	5,8	0	13	15	33	31	50	65
H R %	84,3	83	80	78,7	68	69	71	70	75	70	72	76

Fuente SENAMHI 2005 (Datos promedio de los últimos 3 años)

### 4.2 Temperatura interna del ambiente protegido

Las temperaturas registradas durante el desarrollo del experimento fueron de 35°C para el mes de diciembre como máximo, y la temperatura mínima corresponde al mismo mes con 8.4°C, con promedio de 21°C. (Cuadro 5). Álvarez (2005), indica que las temperaturas óptimas para el crecimiento con fines comerciales es de 15 a 30°C, con medias de 20°C. Con un ambiente protegido se mejora relativamente las condiciones internas para producir hortalizas en zonas no tradicionales,

Cuadro 5 – Fluctuación térmica en el ambiente protegido

MESES	Dic	Ene	Feb	Mar
T Max	35,25	33,5	31,6	33,2
T Med	21,83	21,43	20,46	21,55
T Min	8,41	9,32	9,32	9,9

La capacidad de la estevia para resistir inviernos está determinada por la temperatura del suelo, cuya amplitud crítica comprende de los 0 a 2°C. El cultivo puede soportar una media mínima de 5°C, los límites térmicos extremos son de -6°C y 43°C. (Sagacuchi, 1982).

#### 4.3 Análisis de suelo

Para este proceso se realizó el muestreo correspondiente del suelo, posteriormente fue analizado sus propiedades fisico-químicas en el laboratorio del Instituto Boliviano de Tecnología Nuclear IBTEN (cuadro 6).

Cuadro 6 – Análisis físico-químico del suelo

CARACTERISTICAS	RESULTADO
Clase textural	FA - FYA
Ph 1:5	5,88
C.E. mmhos/cm	1,07
CATIONES DE CAMBIO	meq/100gs S°
Calcio	4,91
Magnesio	1,79
Sodio	0,08
Potasio	2,69
TBI	9,48
CIC	10,11
Sat. De Bases %	93,8
M. O. %	1,61
Nitrógeno Total %	0,09
P asimilable ppm	64,89

Fuente IBTEN 2006

Los suelos areno-arcillosos con regular proporción de materia orgánica son recomendables para el cultivo de la estevia. Los suelos que cumplen con estos requisitos son los conocidos como: franco arcillosos, areno-arcillosos o los arcillo-arenosos, en cuanto a la reacción del suelo, es decir el pH, podemos decir que la planta de la estevia presenta buen comportamiento a niveles de pH, que van de 5.5 a 6.5, que serían los niveles ideales (Rojas, 1999).

El cuadro 6, muestra que la textura del suelo es Franco Arenoso a Franco Arcillo Arenoso, según los dos anteriores autores es un suelo ideal para el cultivo de la estevia. El suelo presenta un Ph medianamente ácido de 5.88, se halla dentro los parámetros de 5.5 a 6.5. Las propiedades químicas del suelo analizado son sometidos a comparación en las tablas de interpretación de la fertilidad del suelo propuestos por Chilón (1992).

Según el análisis del suelo se tiene una conductividad eléctrica de 1.07 mmhos/cm, el cual es menor 2 mmhos/cm por tanto no se tiene problemas de sales. Referente a la capacidad de intercambio catiónico, el análisis del suelo muestra un CIC medio de 10.11 meq/100 gr S°, el cual se encuentra dentro de los valores de 10 a 15 meq/100 gr S° en la escala "A".

El contenido de materia orgánica del suelo alcanza 1.61%, este valor se halla dentro los parámetros menores a 2%, por tanto se clasifica como bajo contenido de materia orgánica. Los valores del nitrógeno total fueron 0.09%, se encuentra dentro los valores menores a 0.1%, por tanto el contenido de nitrógeno es bajo.

El valor del fósforo fue de 64.89 ppm, este valor es mayor al valor de la tabla 14 ppm, por tanto el contenido de fósforo es alto.

Para evaluar los cationes de cambio como ser potasio, calcio, magnesio se utilizó la tabla de interpretación de Domínguez (1978), el contenido de potasio es de 2.69 meq/100 gr S° superior a 1.0 meq/100 gr S° por tanto es muy alto el contenido. Del

mismo modo el contenido de calcio fue de 4.91 meq/100 gr S° y de acuerdo a la escala de valores se encuentra dentro los valores de 3.5 a 10 meq/100 gr S°, esto indica que se encuentra en un nivel bajo. Finalmente para el valor del magnesio fue de 1.79 meq/100 gr S°, según la escala de valores se halla por encima de 1.0 meq/100 gr S° existe un contenido muy alto de este elemento.

#### 4.4 Evaluación del almacigo y esqueje

##### 4.4.1 Germinación del genotipo B

El porcentaje de germinación del genotipo B fue del 10% en 14 días y se hizo un seguimiento hasta los 23 días donde no se observó un incremento en la germinación.

Según Penayo (1994), la germinación de las semillas se inicia a los 5 a 7 días de la siembra, la misma puede extenderse hasta los 15 días, dependiendo de la humedad y temperatura prevaleciente.

##### 4.4.2 Enraizamiento de los esquejes

La capacidad para enraizar del genotipo (A) fue de 50%, mientras que el genotipo (C) enraizó en un 100%, ambos materiales enraizaron en un periodo de 46 días. Dentro el almacigo todos recibieron las mismas condiciones en cuanto a sustrato, humedad y temperatura, la extracción de las mudas para su trasplante se efectuó a partir de los 47 días posteriores al enraizamiento.

#### 4.5 Evaluación de las características agronómicas

Estas variables fueron evaluadas bajo el Análisis de Varianza a un nivel de significancia de 5%, para las comparaciones de medias se empleó la prueba de Tukey (anexo 5).

#### 4.5.1 Altura de la planta

De acuerdo al análisis de varianza esta variable fue significativo; asimismo presenta un coeficiente de variación de 10.83%( Cuadro 7) lo cual indica que los datos obtenidos son aceptables. Realizada la prueba de Tuekey el genotipo A en altura es superior con 62.53 cm a los genotipos B y C que estadísticamente son iguales (27,93 y 29,48 cm) respectivamente (Cuadro 8) .

Cuadro 7 – Análisis de varianza de altura de planta

F.V.	F. Calculado	F t	Pr > F
Tratamiento	61.08	5.14	0.0001 *
C.V.	10.83%		

Cuadro 8 – Prueba de significancia Tukey

Genotipos	Promedio	Interpretación
A	62.530	a
C	29.483	b
B	27.933	b

Por otro lado Molero (1984), en su colecta de 40 tipos de estevia encontró un promedio de 53,7 con una amplitud de 31 a 78 cm (Cuadro 1). Así mismo Alvarez (2006), en sus estudios realizados con la línea 142 (Variedad clonal eireté) también encontró alturas promedios de 95 a 100 cm, cuya línea fue seleccionada junto a la línea 135 que se utilizó en el presente estudio que también presenta una altura promedio de 62,5 cm en las condiciones de altiplano, por tanto dicho resultado se puede considerar aceptable posiblemente debido a las características genéticas.



#### 4.5.2 Diámetro de tallo

Para esta variable el ANVA estadísticamente fue significativo; asimismo el C.V. es de 16% (Cuadro 9) lo cual indica que los datos son confiables. La prueba de Tukey muestra que el genotipo A presenta un promedio de 0,51 cm, diferente a los genotipos B y C donde estadísticamente son iguales (0,30 y 0,28 cm) respectivamente. (Cuadro 10).

Cuadro 9 – Análisis de varianza para el diámetro de tallo

F.V.	F. Calculado	F t	Pr > F
Tratamiento	13.81	5.14	0.0057 *
C.V.	16%		

Cuadro 10 – Prueba de significancia Tukey

Genotipos	Promedio	Interpretación
A	0.51	a
B	0.30	b
C	0.28	b

En 1984 Molero, encontró un promedio de 5,2 mm de diámetro en las diferentes líneas con una amplitud de 3,2 a 10,1 mm (Cuadro 1). Estas diferencias encontradas con relación al diámetro de tallo en las plantas en estudio se asume que son debido al desarrollo de los tejidos en función a sus características genéticas. La importancia del tallo radica en que le proporciona el sostén de la planta y se constituye en un sistema conductor de elementos nutritivos y fotoasimilados (xilema y floema)

#### 4.5.3 Número de hojas

El ANVA para esta variable presentó diferencias significativas cuyo C.V. es de 18.62% lo cual indica que los datos obtenidos son confiables (Cuadro 11). Efectuada la prueba de Tukey se observó que no existen diferencias estadísticas entre los genotipos B y C (91,80 y 133,93), el genotipo A presentó mayor número de hojas con promedios de 337,22 (Cuadro 12).

Cuadro 11 – Análisis de varianza para número de hojas

F.V.	F. Calculado	F t	Pr > F
Tratamiento	42.28	5.14	0.0003 *
C.V.	18.62%		

Cuadro 12 – Prueba de significancia Tukey

Genotipos	Promedio	Interpretación
A	337.22	a
C	133.93	b
B	91.80	b

Trabajos realizados por Jarma *et al* (2005), registraron valores de 1,142 hojas por planta en 255 días después del trasplante con el genotipo “Morita 2”, los genotipos B y C alcanzaron su madurez comercial en 84 días, el genotipo (A) a los 99 días después del trasplante.

Bajo las condiciones del presente ensayo, el número de hojas del genotipo A fue superior a los genotipos B y C, independientemente al medio en que se desarrollaron, lo que evidencia que aquel genotipo posee probablemente característica morfofisiológica que le permite ser más eficiente para las condiciones de altiplano.

#### 4.5.4 Ancho de hoja

Efectuada el ANVA esta variable fue significativa con un C.V. de 7,90% (Cuadro 13). La prueba de Tukey refleja que estadísticamente no existe diferencias entre los genotipos B y C, cuyos promedios son 2.28 y 1,86 cm respectivamente, para el genotipo A el promedio es de 2,80 cm. (Cuadro 14).

Cuadro 13 – Análisis de varianza para el ancho de hoja

F.V.	F. Calculado	F t	Pr > F
Tratamiento	20.10	5.14	0.0022*
C.V.	7.90%		

Cuadro 14 – Prueba de significancia Tukey

Genotipos	Promedio	Interpretación
A	2.80	a
B	2.28	b
C	1.86	b

Molero (1984), encontró promedios de 1,8 con una amplitud de 1,0 a 2,9 cm (Cuadro 1), la planta puede reducir el ancho de hoja ante niveles altos de radiación, como un mecanismo para evitar pérdidas excesivas de agua por transpiración, sin embargo otras especies aumentan al máximo la expansión del ancho de hoja para captar con mayor eficiencia la luz disponible. En la estevia cada genotipo presenta un comportamiento propio según el medio en que se desarrolla, el genotipo A por su rusticidad se comporta mejor en las condiciones de altiplano.

#### 4.5.5 Largo de hoja

Esta variable presentó un C. V. de 13.15% cuyo ANVA significativo (Cuadro 15). Según la prueba de Tukey existe diferencias estadísticas entre los genotipos A y C con (6,51 y 4,59 cm.), los genotipos A y B estadísticamente son iguales con promedios de 6,51 y 5,54 cm, a su vez el genotipo B estadísticamente es igual al genotipo C con promedios de 5.55 y 4.59 cm respectivamente Cuadro 16.

Cuadro 15 – Análisis de varianza para el largo de hoja

F.V.	F. Calculado	F t	Pr > F
Tratamiento	5.20	5.14	0.0489 *
C.V.	13.15%		

Cuadro 16 – Prueba de significancia Tukey

Genotipos	Promedio	Interpretación
A	6.513	a
B	5.546	a b
C	4.590	b

Molero (1984), menciona promedios de 5.6 cm con una amplitud de 3,7 a 7,4cm (Cuadro 1). Al igual que el ancho de hoja la planta puede reducir el largo de hoja ante niveles altos de radiación como un mecanismo para evitar pérdidas excesivas de agua por transpiración, dependiendo de su característica genética y su capacidad de adaptación cada genotipo se comporta según el medio.

#### 4.5.6 Número de ramas

Esta variable presenta un C.V. de 17.77% cuyo análisis de varianza significativo (Cuadro 17). Para la prueba de Tukey existen diferencias estadísticas donde el genotipo A en promedio tiene 25,5 ramas, los genotipos B y C presentan promedios 7,99 y 10,13 respectivamente (Cuadro 18).

Cuadro 17 – Análisis de varianza para numero de ramas

F.V.	F. Calculado	F t	Pr > F
Tratamiento	37.94	5.14	0.0004 *
C.V.	17.77%		

Cuadro 18 – Prueba de significancia Tukey

genotipos	Promedio	Interpretación
A	24.510	a
C	10.133	b
B	7.993	b

La dominancia apical es generalmente muy macada en plantas herbáceas con activo crecimiento (entallamiento), cuando el crecimiento de las yemas apicales disminuye la intensidad del alargamiento del tallo se reduce considerablemente, hecho que le permite el crecimiento de las yemas laterales, este carácter es muy importante desde el punto de vista agronómico ya que contribuye a un buen rendimiento de materia seca. Molero (1984), menciona un promedio de 10,3 y una amplitud de 1 a 25 ramas por planta (Cuadro 1). El genotipo A en condiciones de altiplano presenta un comportamiento aceptable logrando una mayor cantidad de ramas en relación a los genotipos B y C.

#### 4.5.7 Distancia entre nudos

La variable distancia entre nudos presenta un C.V. de 13.31%, el análisis de varianza no significativo (Cuadro 19), el resultado se debe probablemente a que los genotipos A y B vienen de un proceso de selección individual dentro de una población comercial (variedad criolla), es probable que los tres materiales en su composición genética lleven los mismos genes.

Cuadro 19 – Análisis de varianza distancia entre nudos

F.V.	F. Calculado	F t	Pr > F
Tratamiento	4.84	5.14	0.0560 NS
C.V.	13.31%		

#### 4.5.8 Peso de hoja seca

La variable peso de hoja presenta un C.V. de 10.89% lo que indica que los datos son confiables, el ANVA significativo (Cuadro 20). Para la prueba de Tukey existe diferencia estadística, el genotipo A con promedio de 10,13 gr. los genotipos B y C con promedios de 2,98 y 3,54 gr. respectivamente (Cuadro 21).

Cuadro 20 – Análisis de varianza para el peso de hoja seca

F.V.	F. Calculado	F t	Pr > F
Tratamiento	129.46	5.14	0.0001 *
C.V.	10.89%		

Cuadro 21 – Prueba de significancia Tukey

genotipos	Promedio	Interpretación
A	10.130	a
C	3.543	b
B	2.986	b

Alvarez (2006), menciona haber encontrado un peso promedio de 15 gr. de hoja seca por planta en la línea 142 (variedad clonal eireté) en un intervalo de tiempo de 105 a 110 días. Por su parte Molero (1984), encontró promedio de 15,5 y una amplitud de 8,6 a 22,2 gr (Cuadro 1). Trabajos realizados por Jarma *et al* (2005), registraron valores de 30 gr. por planta en 255 días después del trasplante con el genotipo “Morita 2”.

El peso promedio por planta del genotipo A (línea 135) fue de 10, 13 gr, a los 99 días después del trasplante, los resultados indican que la mayor acumulación de materia seca de hojas se obtuvo con el mencionado genotipo, es posible que este genotipo responda de una manera más eficiente a la fijación de CO<sub>2</sub> y el envío de fotoasimilados a la hoja, respecto a los genotipos B y C, lo que sería consistente con la expansión del ancho y largo de hoja, como se evidenció en el punto anterior.

#### 4.5.9 Peso de tallo seco

El C.V. para esta variable es de 15.87% cuyo dato es aceptable con un ANVA significativo (Cuadro 22). Para la prueba de Tukey no existe diferencia estadística entre los genotipos B y C con promedios de 1,91 y 2,20 gr respectivamente, el genotipo A en promedio cuenta con 11,17 gr (Cuadro 23).

Cuadro 22 – Análisis de varianza para el tallo seco

F.V.	F. Calculado	F t	Pr > F
Tratamiento	127.08	5.14	0.0001 *
C.V.	15.87%		

Cuadro 23 – Prueba de significancia Tukey

genotipos	Promedio	Interpretación
A	11.173	a
C	2.203	b
B	1.910	b

Las tendencias de distribución de la materia seca entre tallos y hojas registraron un comportamiento similar entre todos los genotipos, a mediados del ciclo ocurre un cambio en la distribución de la materia seca, cuando la materia seca del tallo está en mayor proporción que la materia seca de las hojas, indica que para esta época el tallo se convierte en el principal órgano demandante de fotoasimilados. De acuerdo con lo anterior, es posible presumir que la planta se encarga primero de fortalecer su aparato fotosintético, expandiendo el ancho y largo de hoja, para luego fortalecer su tallo principal y ramas; una vez logrado este objetivo, tiende a establecer un equilibrio en la relación fuente-demanda.

#### 4.5. 10 Análisis multivariado

La distribución normal estándar es un caso particular donde se asume media = 0 y desvío estándar = 1 o N (0, 1). Cualquier variable distribuida normalmente se puede transformar en una normal estándar; esta cualidad da como resultado que es posible comparar poblaciones de variables con distribución normal, aun cuando tengan distintos parámetros (Castañeda, 1990).



Para el presente caso se tiene nueve medias y por lo tanto se generan nueve componentes (Figura 3) las cuales son combinaciones lineales de las variables originales, donde los primeros dos componentes que el procedimiento generó explica la mayor varianza posible, de esta manera el primer componente (CP1) explica 90,7% y el segundo explica un 9.3% (CP2).

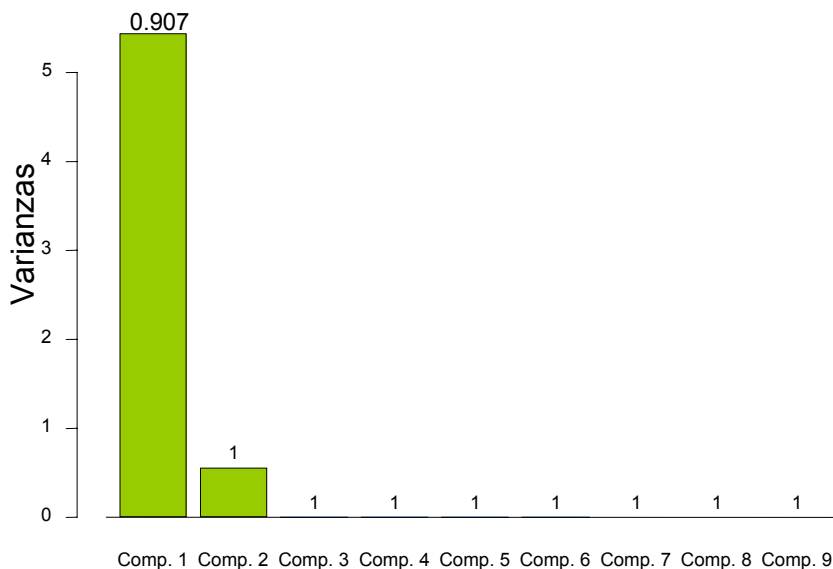


Figura 3 –Principales Componentes

#### 4.5. 10. 1 Análisis del biplot

El biplot analiza en un espacio de dimensión reducida normalmente dos (bidimensional), es útil para analizar de manera resumida una larga cantidad de datos por medio de una grafica.

Considerando los efectos de los primeros dos componentes principales (CP1, CP2), 90,7% y 9.3% respectivamente, se puede observar que los genotipos B y C se encuentran próximo al segundo componente, dicho componente explica con

una precisión de 9,3% por tanto dichos genotipos poseen menores valores en relación a las nueve variables (figura 4)

El genotipo A se encuentra próximo al primer componente, anteriormente mencionamos dicho componente explica con una fidelidad del 90,7%, además todas las variables se hallan correlacionadas positivamente y las nueve variables tienen mayor importancia a favor de este genotipo, asimismo la longitud del vector define la importancia de cada variable y por su cercanía al origen se considera que son estables; por lo que en base a estas variables debe seguir trabajándose a favor de este genotipo.

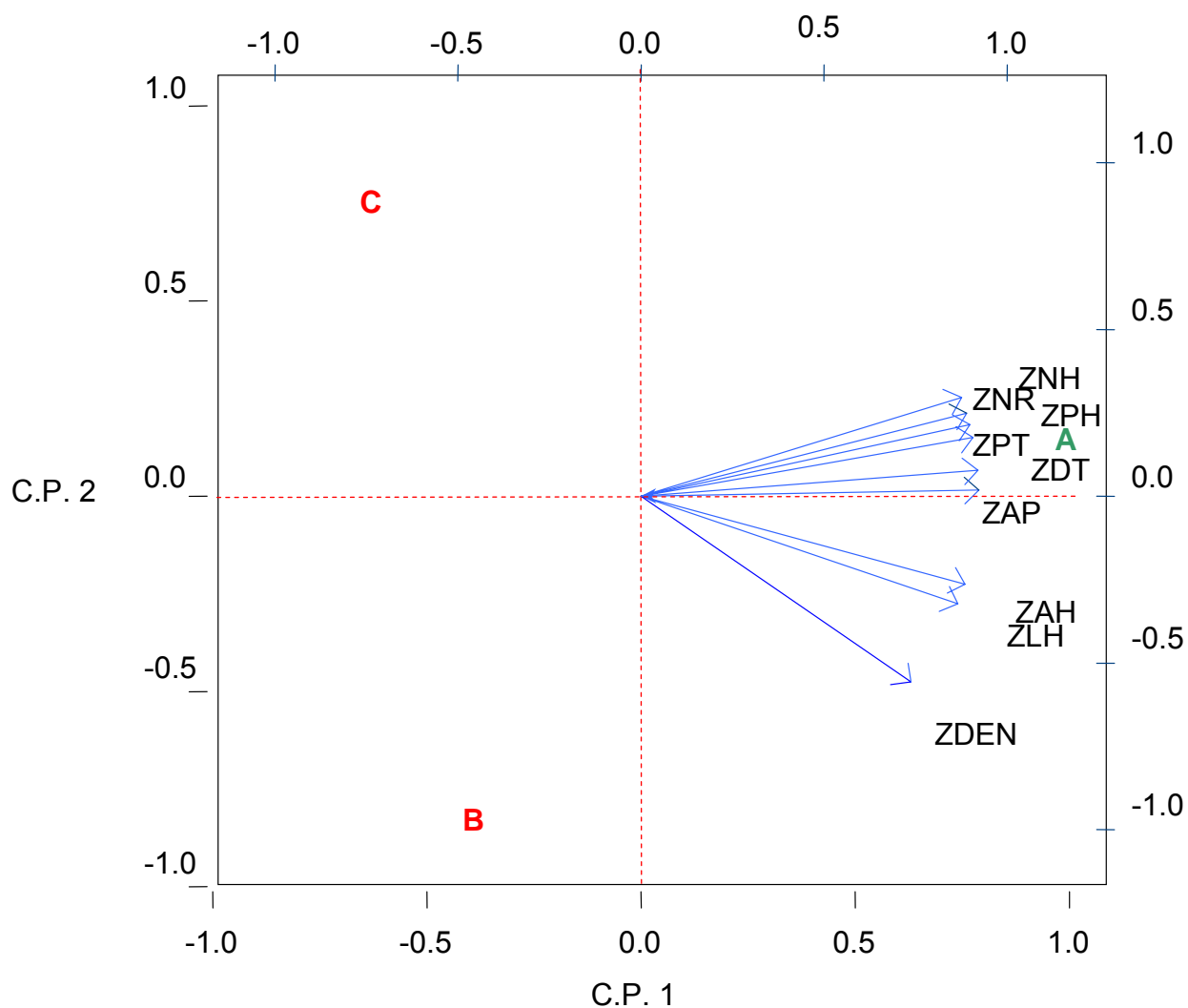


Figura 4 – Análisis del biplot

#### 4.5. 11 Matriz de correlación

La matriz de correlación (Cuadro 24), muestra la estrecha relación existente entre dos variables, los resultados indican que existe una alta correlación positiva lineal entre dos variables ( $r = 0,99$ ), se puede esperar que cuando el valor de una variable aumenta debe aumentar el otro.

Cuadro 24 – Matriz de correlación

	AP	DT	NH	AH	LH	NR	DEN	PH	PT
AP	1.000	<b>0.997</b>	<b>0.951</b>	<b>0.953</b>	<b>0.931</b>	<b>0.967</b>	0.788	<b>0.976</b>	<b>0.980</b>
DT		1.000	<b>0.969</b>	<b>0.931</b>	<b>0.905</b>	<b>0.981</b>	0.746	<b>0.988</b>	<b>0.991</b>
NH			1.000	0.813	0.773	<b>0.998</b>	0.560	<b>0.995</b>	<b>0.993</b>
AH				1.000	<b>0.997</b>	0.844	<b>0.937</b>	0.865	0.875
LH					1.000	0.808	<b>0.958</b>	0.831	0.841
NR						1.000	0.606	<b>0.999</b>	<b>0.998</b>
DEN							1.000	0.637	0.652
PH								1.000	<b>0.999</b>
PT									1.000

AP = Altura de planta

DT = Diámetro de tallo

NH = Numero de hojas

AH = Ancho de hoja

LH = Largo de hoja

NR = Numero de ramas

DEN = Distancia entre nudos

PH = Peso de hoja

PT = Peso de tallo

El biplot (Figura 4) explica en forma grafica una alta correlación positiva lineal entre las siguientes variables:

- Número de hojas, número de ramas, peso de hoja, peso de tallo.
- Diámetro de tallo y altura de planta.
- Ancho y largo de hoja.

Estas variables son las más importantes de acuerdo a la matriz de correlación ( $r = 0,99$ ), según el coeficiente de determinación el resultado explica el 98,01% de la variación total entre las variables mencionadas. La correlación y el coeficiente de determinación entre las siguientes variables también son de importancia significativa (Cuadro 25).

Cuadro 25 – coeficientes de correlación y determinación

Variables	r	r <sup>2</sup>
-----------	---	----------------

Peso de tallo, altura de planta	0,98	0,96
Numero de rama, diámetro de tallo	0,98	0,96
Peso de hoja, diámetro de tallo	0,98	0,96
Numero de hoja, diámetro de tallo	0,96	0,92
Numero de rama, altura de planta	0,96	0,92
Peso de hoja, altura de planta	0,97	0,94
Altura de planta, numero de hojas	0,95	0,90
Altura de planta, ancho de hojas	0,95	0,90
Distancia entre nudos, largo de hojas	0,95	0,90
Largo de hoja, altura de planta	0,93	0,86
Diámetro de tallo, ancho de hoja	0,93	0,86
Ancho de hoja, distancia entre nudos	0,93	0,86

#### 4.6 Análisis de edulcorantes

El equipo utilizado para la determinación cuantitativa del Estevióside y Rebaudiósido-A fue el HPLC. El contenido de Estevióside y Rebaudiósido-A se presenta mediante un gráfico denominado cromatograma y posteriormente el resultado es expresado en porcentajes. (Cuadro 26).

Cuadro26 – Análisis de Estevióside y Rebaudiósido-A

GENOTIPOS	Estev.	Reb.-A	Edulcorantes totales	Estev. *	Reb-A *
A	7.1%	5.8%	12.9%	55.03%	44.96%
B	10.8%	2.0%	12.8%	84.37%	15.62%
C	11.3%	2.3%	13.6%	83.08%	14.70%
* Indica la relación de Rebaudiósido-A y Estevióside sobre el total					

Fuente E. Alvarez 2007

El contenido de Estevióside y Rebaudiósido-A en el genotipo C es de 11.3 y 2.3%, totalizando 13.6% de edulcorantes totales. El genotipo B posee 10.8% de Estevióside y 2.0% de Rebaudiósido- A totalizando 12.8%. El genotipo A en

relación con los dos anteriores posee menor cantidad de Estevióside con 7.1% y con una mayor cantidad de Rebaudiósido-A 5.8%.

El análisis del Estevióside y rebaudiósido-A respecto del total de los edulcorantes es importante desde el punto de vista industrial, es evidente que el genotipo A reúne las condiciones ideales para su proceso industrial ya que cuenta con 55.03% de Estevióside y 44.96% de Rebaudiósido-A, lo cual le confiere al material un sabor poco amargo.

Este edulcorante está incluido en el Código Alimentario Argentino (CAA) bajo el Art.1398.643. Allí se define al estevióside como un "polvo blanco cristalino, inodoro, no higroscópico, no fermentable, de sabor dulce aún en soluciones muy diluidas, los requisitos según el CAA son los siguientes: Estevióside mínimo 50%, Rebaudiósido- A mínimo 30% Gutiérrez (2002).

En estudios complementarios, realizando pruebas sensoriales se ha encontrado que el Rebaudiósido- A es más agradable para el gusto y tiene el mejor sabor cercano al azúcar y se alega que puede llegar hasta 350 veces más dulce. Los Rebaudiósidos A y C junto con el Estevióside ofrecen las mejores posibilidades para desarrollarse como productos comerciales.

Mucho se ha trabajado para la obtención del Estevióside, pero se ha demostrado que otra sustancia que posee la planta es el Rebaudiósido, sobre todo el clasificado como "A", tiene mejor sabor que el Estevióside y es a su vez, 30% más dulce Tateo (2004).

#### 4.7 Análisis económico

CIMMYT (1988) menciona que es preferible considerar mejoras pequeñas en las prácticas, que proponer cambios en gran escala. Se trata de preguntar cuales modificaciones se pueden efectuar en el sistema actual y comparar el cambio en beneficios con el cambio en costos.

#### 4.7.1 Evaluación del costo parcial

Dentro de estas evaluaciones se realizó un presupuesto parcial considerando los costos que varían y los beneficios brutos, a partir de este se calculó los beneficios netos con los respectivos rendimientos de cada tratamiento, el precio del producto en campo es de 35 bs/kg para hoja seca y de 12 bs/kg de tallo seco, este precio está basado a la venta del producto en campo a los intermediarios (Anexo 6).

#### 4.7.2 Ajuste de rendimientos

El rendimiento ajustado de cada tratamiento es el rendimiento medio reducido en un cierto porcentaje con el fin de reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental en general, se considera adecuado un ajuste total que va de 5 al 30%. Para nuestros fines de cálculo el ajuste del rendimiento fue de 10%, se consideró este valor tomando en cuenta que el agricultor posee conocimientos básicos en el manejo de hortalizas, la estevia es considerada como una hortaliza, (Anexo 7).

#### 4.7.3 Beneficio neto

El Anexo 7, refleja el presupuesto parcial, en el cual tenemos que el mayor ingreso se obtiene con el genotipo A, cuyo valor es 60018,13 bs/ha, seguido por los genotipos B y C, los valores de estos son de 10237,02 y 13227,62 bs/ha respectivamente.

#### 4.7.4 Tasa de retorno marginal

Asumiendo que los agricultores cultivan el genotipo C, es el material que se puede conseguir fácilmente en el mercado nacional, proponer cambiar por el genotipo A el agricultor en este cambio esperaría recobrar 35.99 bs adicionales por cada unidad monetaria invertida en el genotipo A. Cambiar el genotipo B por el A el agricultor esperaría recobrar por cada unidad monetaria invertida la suma de 38,29bs, queda claro que el genotipo B no es rentable para condiciones de altiplano (anexo 7).

## V CONCLUSIONES

Por los resultados obtenidos en el presente ensayo y luego de haber realizado los análisis correspondientes se llegó a las siguientes conclusiones.

Para el cultivo de esta especie en el altiplano bajo ambiente protegido es necesario seleccionar individuos con característica morfofisiológica sobresaliente para tolerar las condiciones del medio.

Las temperaturas registradas durante el ensayo fueron de 8° a 33° C, los autores recomiendan temperaturas óptimas de 15 a 30° C, pese a las temperaturas fluctuantes en el ambiente protegido el genotipo A presentó un comportamiento agronómico aceptable respecto a los genotipos B y C.

El suelo del ambiente protegido es óptimo para el cultivo de esta especie, la textura y los elementos nutritivos se encuentran en proporciones ideales, sin embargo se debe realizar algunos ajustes del Nitrógeno y la Materia Orgánica que se encuentran en proporciones bajas.

La ventaja del genotipo A, se puede atribuir a su alta homogeneidad genética ya que fue micropropagada a través de cultivos de tejidos, los genotipos B y C

todavía presentan una variabilidad genética en cada individuo los cuales influyen en los resultados de los mismos.

Los genotipos B y C corresponden a un ciclo de cultivo precoz, ya que su madurez comercial alcanza a los 84 días. El genotipo A alcanza su madurez comercial a los 99 días, por tanto se considera como intermedio.

Bajo el esquema del análisis del biplot, se puede afirmar que todas las variables presentan una correlación positiva lineal entre sí; sin embargo es importante estas variables para el genotipo A ya que todos los vectores están en esa dirección, mientras que los genotipos B y C en promedio tienen menor valor.

El genotipo A, al margen de presentar un comportamiento agronómico aceptable presenta un alto contenido de Rebaudiósido-A con 44.96% respecto del total. Los genotipos B y C están con valores de 15.62 y 14.70% respectivamente, dicho compuesto le confiere al producto final un sabor amargo y poco agradable.

Para el análisis económico cambiar el genotipo C por el A, se espera recobrar 35.99 bs adicionales por cada unidad monetaria invertida en el cultivo del genotipo A. Cambiar el genotipo B por el A el agricultor recobraría la suma de 38,29bs por cada unidad monetaria invertida, queda claro que el genotipo B por su bajo rendimiento no es rentable para condiciones de altiplano.

## VI RECOMENDACIONES



De las conclusiones del presente estudio se puede recordar a manera de sugerencia lo siguiente:

Optimizar el enraizamiento del genotipo A, este material en su porcentaje de enraizamiento fue el mas bajo con un 50% lo cual limita su propagación.

Evaluar el segundo y tercer corte estevial de los ensayos establecidos, el rendimiento en estos corte puede variar según la estación de año y otros factores de cultivo.

De los genotipos B y C separar individuos con características propias y propagarlos clonalmente para evaluar su contenido de los metabolitos secundarios Esteviósidos y Rebaudiósido-A , además realizar ensayos en los diferentes pisos ecológico de Bolivia para evaluar la adaptabilidad de cada uno de ellos.

Utilizar el genotipo A para llevar adelante programas de mejoramiento genético, ya que posee características agronómicas sobresalientes, además los edulcorantes esteviósidos y Rebaudiósidos-A se encuentran en proporciones casi equilibradas.

El género de esta especie se encuentra distribuida en toda América, los géneros que se encuentra en el los valles altos y el altiplano son: *Stevia tarijensis* Hieron, *Stevia andina* B.L. Rob, *Stevia sortensis*, *Stevia yaconensis*, se debe hacer caracterizaciones a estos materiales para llevar adelante investigaciones de cruzamientos con la *Stevia rebaudiana* Bert.

## VII BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ E. 1999. Analisis de Esteviosido y Rebaudiosido. Instituto Agronómico Nacional, Caacupé – Paraguay.
- ALVAREZ E. 2002. Propagación *invitro* de Ka'a He'ê (entrevista personal). Instituto Agronómico Nacional (IAN), Caacupé – Paraguay.
- ALVAREZ E. 2006. Variedades Cultivadas en Paraguay (entrevista personal). Dirección de Investigación Agrícola (DIA), San Lorenzo – Paraguay.
- ANTON P. S. 1998. "Flora Ilustrada Altoandina" Prov. Tapacarí Departamento de Cochabamba – Bolivia 244p.
- ARCE P. L.1962. Breve informe del reconocimiento de los suelos de la sección occidental del altiplano central de Bolivia, La Paz.
- ARANDA J. 1955. Nuevo dulce que no engorda. Paraguay Industrial y Comercial.
- BRUCHER H. 1974. Naturwissenschaftliche, 27 num. 6pp
- CALZADA B. J. 1970. Métodos Estadísticos para la Investigación. Lima – Perú, editorial Jurídica S.A. tercera edición 644p.
- CASACCIA J. 2006. Programa Nacional del Ka'a He'ê (entrevista personal). Instituto Agronómico Nacional (IAN), Caacupé – Paraguay.
- CASTAÑEDA P. R. 1990. Bioestadística aplicada. México DF, editorial trillas.
- CAPASTE 2002. Estevia en Japón y China (en línea). Asunción – Paraguay. Disponible en: <http://www.steviaparaguaya.com.py/documento-final2.pdf> (revisado 15 de mayo de 2003).
- CAPASTE (2006).Desarrollo de Estevia en Paraguay (en línea), Asunción – Paraguay. Disponible en: <http://www.steviaparaguaya.com.py/documento-final3.pdf> (revisado 6 de marzo de 2006).
- CREDICOOP 1984. Propagación vegetativa por secciones del tallo o esquejes en ka'a he'ê *Stevia rebaudiana* (Bet.) Bertoni Paraguay, Asunción. DIEAF – USAID. Boletín de investigación N° 27
- CHILON C. E (1992). Efecto de la Aplicación de Abonos Orgánicos en el Crecimiento de los Cultivos. Apuntes de Fertilidad de Suelos y Nutrición de Plantas, Facultad de Agronomía (UMSA), La Paz – Bolivia.
- CHAPMAN H. D. (1988). Métodos de Análisis para suelos, plantas y Agua. Editorial trillas impreso en México.

- DE VARGAS R. 1980. Informe sobre viaje al Japón para observar la producción, comercialización e industrialización de la planta de *Stevia rebaudiana* Bertoni. Asunción.
- FAO 1994. Parcelas Demostrativas para el Uso Racional de Fertilizantes Minerales y Orgánicos en los Cultivos de Papa y Arroz, Bolivia noviembre de 1994.
- GUTIERREZ A. 2002. Edulcorantes Extraídos de la Estevia ([aligucea@inti.gov.ar](mailto:aligucea@inti.gov.ar)). San Martín, Buenos Aires – Argentina.
- GUZMAN J. 2003 Diseños Experimentales II, Curso de Invierno, Facultad de Agronomía UMSA. La Paz – Bolivia.
- GIBERT M. 2004. Condiciones Ideales para el Cultivo del Ka'a he'ê ([matias@abc.com.py](mailto:matias@abc.com.py)). Rural ABC, Asunción – Paraguay.
- HARTMAN F. L. 1990 Invernaderos y Ambientes Atemperados, Fundación Para Alternativas de Desarrollo (FADES) La Paz – Bolivia.
- HANDRO W. 1984. Tissue Culture of *Stevia rebaudiana* a Sweetening Plant. Sao Paulo – Brasil. (Plant Tissue Culture Laboratory).
- JARMA *et al* 2005. Efecto de la radiación incidente sobre el área foliar y la distribución de la biomasa en estevia. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Córdoba, Montería - Colombia.
- KERBAUY G. B. 1982. Propagacao clonal *in vitro* de *Stevia rebaudiana* Bertoni. II Seminario Brasileiro sobre *Stevia rebaudiana* Bertoni. Instituto de Tecnología de Alimentos Sao Paulo. ITAL Campinas.
- KATAMAYA O. 1976. Utilization and R & D Data of Stevioside. Toquio ISU SA
- KAWATANI T. 1977. On the cultivation of kaa hee (*Stevia rebaudiana* Bertoni) II. The seed germination with special reference to the optimum temperature and light sensitivity. Japanese Journal of Tropical Agriculture.
- KUDO 1974. *Stevia Rebaudiana* Bertoni, citado en Ciencia y Cultura, 34 -(2)- Febrero de 1982 - San Paulo, Brasil.
- MIDMORE y A.H. Rank. 2002. A new rural industry –Stevia– to replace imported chemical sweeteners. RIRDC Report 02/022, 55 p.
- MEJIA B. 1987. Diseño de Invernaderos. Seminario sobre Agricultura en Invernaderos, La Paz. Instituto de Energia de la Academia Nacional de Ciencias de Bolivia.

- MOLERO F. J. 1984. Proyecto de Intensificación de Cultivos en Fincas Pequeñas (USAID – CREDICOOP). Asunción – Paraguay.
- MONTEIRO R. 1982. Taxonomia e biologia da reproducao de *Stevia rebaudiana* Bertoni. I Seminario Brasileiro sobre *Stevia rebaudiana* Bertoni. Instituto de Tecnología de Alimentos, Sao Paulo.
- PENAYO B. 1994. Producción de Ka´a he´ê. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Caacupé – Paraguay, segunda edición.
- PAGLIOSA F. M. 1982. Pesquisa sobre *Stevia rebaudiana* Bertoni no núcleo de pesquisa de productos naturais da Universidade Federal de Santa Maria. I seminario sobre *Stevia rebaudiana* Bertoni. Instituto de Tecnología de Alimentos, Sao Paulo.
- RANDI A. M. 1981. Efeito de temperatura, luz e reguladores de crescimento na germinacao de *Stevia rebaudiana* Bertoni. Ciencia e Cultura.
- ROJAS E. A. 1999. Suelo Ideal para el Cultivo del Ka´a he´ê. Facultad de Ciencias Agrarias – UNA. Paraguay.
- SCIENTIA AGRICOLA 2003. Water consumption of the estevia (*Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni) crop estimated through microlysimeter. ([scientia@esalq.usp.br](mailto:scientia@esalq.usp.br))
- SHOCK C. C. 1980. Experimental Cultivation of Rebaudi´s Setevia in California, University of California – Davis, Agronomy Progress.
- SOEJARTO D. 1983. Ethnobotanical notes on Stevia. Botanical Museum Leaflets. Massachusetts. Harvard University.
- SUMIDA T. 1980. Studies on *Stevia rebaudiana* Bertoni as a new posible crop for sweetening resource in Japan.
- SAKAGUCHI 1982. As pesquisas japonesas com *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni e o esteviosideo, Fevereiro de 1982.
- TATEO F. 2004. Departamento de Fisiologia de las Plantas Cultivadas y Quimica Agraria (Italia). Rural ABC. Asunción – Paraguay.
- UTSOMIYA T. 1977. Modo de Cultivar la *Stevia rebaudiana* Bertoni, condimento de dulzura. Material a maquina.

- VALIO Y ROCHA 1977. Effect of photoperiod and growth regulator on growth and flowering of Stevia
- VON S. G. 1967. Ka'a He'ê – Edulcorante natural nao calorico. Boletim do Sanatorio Sao Lucas Vol XXIX.
- YANG *et al* 1982. Clonal Propagation of *Stevia rebaudiana* Bertoni through auxiliary shoot proliferation *in vitro*.
- YASUSADA O. 2003. Presentación del Método de Cultivo Usando Stevia. Asistencia Oficial Para el Desarrollo – Japón, marzo de 2003 Asunción – Paraguay.
- ZAIDAN L. 1980. Efect of Photoperiod on Flowering and Stevioside Contents in Plants of *Stevia rebaudiana* Bertoni. Japan Journal Crop Sci.

# ANEXO

ANEXO 1  
ESPECIES DE GENERO STEVIA

*Stevia achalensis* Hieron., 1897  
*Stevia acuminata* Sesse & Mocino ined  
*Stevia adenophora* Lag., 1816  
*Stevia aerrata* var. *arguta* B.L. Rob., 1900  
*Stevia alatipes* B.L. Rob., 1907  
*Stevia alpina* Griseb., 1874  
*Stevia alpina* var. *glutinosa* Ariza & Cerana  
*Stevia alternans* Sesse & Mocino ined  
*Stevia alternifolia* Hieron., 1897  
*Stevia amabilis* Lemmon ex A. Gray, 1884  
*Stevia amambayensis* B.L. Rob., 1930  
*Stevia amblyolepis* (B.L. Rob.) B.L. Rob., 1930  
*Stevia amblyolepis* var. *umbratilis* B.L. Rob., 1930  
*Stevia ambryolepis*  
*Stevia ammotropha* B.L. Rob., 1930  
*Stevia amplexicaulis* Hassl., 1912  
*Stevia anadenotricha* (B.L. Rob.) Grashoff, 1974  
*Stevia andina* B.L. Rob., 1931  
*Stevia angustifolia* Kunth, 1820 [1818]  
*Stevia anisostemma* Turcz., 1851  
*Stevia anisostemma* var. *wagneri* B.L. Rob., 1934  
*Stevia apensis* B.L. Rob., 1930  
*Stevia arachnoidea* B.L. Rob., 1900  
*Stevia arbutifolia* (Kunth) Willd., 1836  
*Stevia aristata* D. Don ex Hook. & Arn., 1835  
*Stevia aristata* var. *villaricensis* B.L. Rob., 1930  
*Stevia arnottiana* Baker, 1876  
*Stevia aschenborniana* Sch. Bip. ex Klotzsch, 1852  
*Stevia aschenborniana* var. *aschenborniana*  
*Stevia aschenborniana* var. *occidentalis* Grashoff, 1974  
*Stevia baccharifolia* B.L. Turner, 1993  
*Stevia baccharoides* (DC.) F. Meigen, 1893  
*Stevia balansae* Hieron., 1897  
*Stevia balansae* var. *hasslerina* (Chodat) Hassl.  
*Stevia bangii* Rusby, 1895  
*Stevia bangii* var. *dyscrita* Rusby, 1895  
*Stevia bargii* Rusby, 1895  
*Stevia batesii* B.L. Rob., 1934  
*Stevia beckii* R.M. King & H. Rob., 1982  
*Stevia benderi* Perkins, 1913  
*Stevia benderi* var. *cardenasii* Robinson, 1934  
*Stevia benthamiana* Hieron., 1901  
*Stevia berlandieri* var. *podadenia* B.L. Rob., 1909  
*Stevia bermejensis* Hieron., 1908  
*Stevia bertholdii* B.L. Rob., 1931  
*Stevia bicrenata* Klatt, 1886  
*Stevia bisecta* M.E. Jones, 1933

*Stevia boliviensis* Sch. Bip. ex Rusby, 1893  
*Stevia boliviensis* Sch. Bip., 1865  
*Stevia breviaristata* Hook. & Arn., 1835  
*Stevia breviflora* (Cass.) Sch. Bip., 1852  
*Stevia brevipapposa* Hieron., 1897  
*Stevia bridgesii* Rusby, 1907  
*Stevia brunetii* Hieron., 1897  
*Stevia burkartii* B.L. Rob., 1931  
*Stevia cajabambensis* Hieron., 1908  
*Stevia calderillensis* Hieron., 1908  
*Stevia callosa* Nutt., 1821  
*Stevia callosa* Cerv. in Loudon, 1830?  
*Stevia caltepecana* B.L. Turner, 1990  
*Stevia calycina* DC., 1836  
*Stevia calzadana* B.L. Turner, 1995  
*Stevia camachensis* Hieron., 1908  
*Stevia camporum* Baker, 1876  
*Stevia canescens* Kunth, 1820 [1818]  
*Stevia caracasana* DC., 1836  
*Stevia carapariensis* Cabrera & Vittet, 1954  
*Stevia cardiatica* Perkins, 1913  
*Stevia catharinensis* Cabrera in Cabrera & Vittet, 1963  
*Stevia cathartica* Poepp., 1845  
*Stevia centinela* Cabrera, 1974  
*Stevia chacoensis* R.E. Fr., 1906  
*Stevia chamaedrys* Griseb., 1879  
*Stevia chamaedrys* var. *glandulifera* Ariza & Cerana  
*Stevia chiapensis* Grashoff, 1974  
*Stevia chilapensis* Soejima & Yahara, 2001  
*Stevia chortiana* Standl. & Steyerl., 1944  
*Stevia cinerascens* Sch. Bip. ex Baker, 1876  
*Stevia claussenii* Sch. Bip. ex Baker, 1876  
*Stevia claussenii* var. *boliviensis* Hieron., 1897  
*Stevia clinopodia* DC., 1836  
*Stevia clinopodioides* Greenm., 1897  
*Stevia clivicola* B.L. Rob., 1932  
*Stevia coahuilensis* Soejima & Yahara, 2001  
*Stevia cochabambensis* Hieron., 1897  
*Stevia collina* Gardner, 1846  
*Stevia collodes* Greenm., 1903  
*Stevia commixta* B.L. Rob., 1930  
*Stevia compacta* Benth., 1845  
*Stevia conferta* DC., 1836  
*Stevia conferta* fo. *capitata* Schltdl., 1841  
*Stevia conferta* fo. *corymbosa* Schltdl., 1841  
*Stevia conferta* var. *puberula* DC., 1836  
*Stevia conferta* fo. *ramosa* Schltdl., 1841



*Stevia congesta* Hook. & Arn., 1835  
*Stevia connata* Lag., 1816  
*Stevia constricta* (Grashoff) Soejima, Yahara & K. Watan., 2001  
*Stevia copiosa* J. Kost., 1945  
*Stevia cordifolia* Benth., 1840  
*Stevia coriacea* Lag., 1816  
*Stevia coronata* Sch. Bip., 1845  
*Stevia coronifera* DC., 1836  
*Stevia crassicephala* Cabrera, 1974  
*Stevia crassifolia* Soejima & Yahara, 2001  
*Stevia crenata* Benth., 1845  
*Stevia crenata* Sch. Bip. ex Baker, 1876  
*Stevia crenulata* Baker, 1876  
*Stevia cruziana* Malme, 1899  
*Stevia cruzii* Grashoff, 1974  
*Stevia cryptantha* Baker, 1876  
*Stevia cuneata* Hassl., 1912  
*Stevia cuzcoensis* Hieron., 1908  
*Stevia decumbens* (B.L. Rob. & Greenm.) Greene, 1896  
*Stevia decussata* Baker, 1876  
*Stevia deltoidea* Greene, 1896  
*Stevia dianthoidea* Hieron., 1900  
*Stevia dictyophylla* B.L. Rob., 1909  
*Stevia diffusa* Greenm., 1897  
*Stevia discolor* B.L. Rob., 1932  
*Stevia dissitifolia* DC., 1836  
*Stevia dissoluta* Schltld., 1841  
*Stevia divaricata* DC., 1836  
*Stevia diversipapposa* Hieron., 1897  
*Stevia dodecachaeta* DC., 1836  
*Stevia dubia* B.L. Rob., 1934  
*Stevia ecatepecana* Soejima, Yahara & K. Watan., 2001  
*Stevia eclipses* B.L. Rob., 1931  
*Stevia effusa* Hieron., 1897  
*Stevia effusa* var. *saltensis* Hieron., 1897  
*Stevia ehrenbergiana* Schltld., 1842  
*Stevia elatior* Kunth, 1820 [1818]  
*Stevia elatior* var. *austrina* Robinson, 1931  
*Stevia elatior* var. *decumbens* B.L. Rob. & Greenm., 1895  
*Stevia elatior* var. *podophylla* Robins, 1930  
*Stevia elliptica* Hook. & Arn., 1841  
*Stevia elongata* Kunth, 1820 [1818]  
*Stevia elongata* var. *betacaracasana* (DC.) B.L. Rob.  
*Stevia elongata* var. *moritziana I pallida* Sch. Bip. ex Klotzsch, 1853  
*Stevia elongata* var. *moritziana II purpurescens* Sch. Bip. ex Klotzsch, 1853  
*Stevia enarthotricha* Lag., 1816  
*Stevia entriensis* Hieron., 1897

*Stevia entleriensis* Hieron. ex Arechav., 1907  
*Stevia entleriensis* var. *minor* Hieron., 1897  
*Stevia ephemera* Grashoff, 1974  
*Stevia erecta* Walp., 1843  
*Stevia estrellensis* Hassler ex B. Robinson, 1930  
*Stevia eupatoria* (Spreng.) Willd., 1804  
*Stevia eupatoria* Edwards, 1816  
*Stevia fascicularis* Less., 1830  
*Stevia fastigiata* Kunth, 1820 [1818]  
*Stevia febrifuga* Moc. ex DC., 1836  
*Stevia ferruginea* Sch. Bip. ex Baker, 1876  
*Stevia fiebrigii* Hieron., 1908  
*Stevia fiebrigii* var. *fiebrigii*  
*Stevia fiebrigii* var. *gracillima* C. Robinson, 1930  
*Stevia fiebrigii* var. *vattuonei* (Hicken) Cabrera, 1978  
*Stevia filipes* Rusby, 1912  
*Stevia filodecaballoana* Soejima, Yahara & K. Watan., 2001  
*Stevia flourensioides* S.F. Blake, 1924  
*Stevia foliosa* Small, 1903  
*Stevia fruticosa* Griseb., 1879  
*Stevia galeopsidifolia* Hieron., 1897  
*Stevia gardneriana* Baker, 1876  
*Stevia gilliesii* Hook. & Arn., 1836  
*Stevia gilliesii* var. *glandulosa* Ariza & Cerana  
*Stevia glabra* DC., 1836  
*Stevia glandulifera* Schltdl., 1839  
*Stevia glandulosa* Hook. & Arn., 1838  
*Stevia glanduloso-pubescens* Hieron., 1908  
*Stevia glomerata* Hieron., 1908  
*Stevia glutinosa* Kunth, 1820 [1818]  
*Stevia glutinosa* var. *oaxacana* DC., 1836  
*Stevia gracilipes* Martius ex Baker, 1876  
*Stevia grandidentata* Sch. Bip. ex Klatt, 1884  
*Stevia grandidentata* Sch. Bip. ex Rusby, 1896  
*Stevia grandidentata* var. *subglandulosa* Hieron., 1897  
*Stevia gratioloides* Hook. & Arn., 1835  
*Stevia grisebachiana* Hieron., 1897  
*Stevia guaranitica* Chodat, 1903  
*Stevia haenkeana* DC., 1836  
*Stevia hassleriana* Chodat, 1902  
*Stevia heptachaeta* DC., 1836  
*Stevia herrerae* B.L. Rob., 1932  
*Stevia hilarii* B.L. Rob., 1931  
*Stevia hintonii* (Grashoff) B.L. Turner, 1988  
*Stevia hintoniorum* B.L. Turner, 1992  
*Stevia hirsuta* DC., 1836  
*Stevia hirsuta* DC., 1836

*Stevia hirsuta* var. *chortiana* (Standl. & Steyerl.) Grashoff, 1974  
*Stevia hirsuta* var. *hirsuta*  
*Stevia hirtiflora* Sch. Bip., 1853  
*Stevia hispidula* DC., 1836  
*Stevia hoppii* B.L. Rob., 1932  
*Stevia humilis* Hieron., 1897  
*Stevia hymenoppa* DC., 1836  
*Stevia hypericifolia* Hieron., 1897  
*Stevia hypomalaca* B.L. Rob., 1930  
*Stevia hyptifolia* Gardner, 1847  
*Stevia hyssopifolia* Phil., 1860  
*Stevia hyssopifolia* Cav., 1802  
*Stevia hyssopifolia* var. *hyssopifolia*  
*Stevia hyssopifolia* var. *panulensis* B. Robinson ex I. M. Johnston  
*Stevia iltisiana* Grashoff, 1974  
*Stevia imbricata* Gardner, 1846  
*Stevia incanescens* Lag., 1816  
*Stevia incognita* Grashoff, 1974  
*Stevia integra* S.F. Blake, 1924  
*Stevia involucrata* Sch. Bip. ex Baker, 1876  
*Stevia isomeca* Grashoff, 1974  
*Stevia ivaefolia* Willd., 1807  
*Stevia jaliscensis* B.L. Rob., 1928  
*Stevia jorullensis* Kunth, 1820 [1818]  
*Stevia jorullensis* var. *ehrenbergiana* (Schltdl.) Sch. Bip., 1853  
*Stevia jorullensis* var. *humboldtiana* Sch. Bip., 1853  
*Stevia jujuyensis* Cabrera, 1974  
*Stevia karwinskii* Sch. Bip.  
*Stevia karwinskyana* Steud., 1841  
*Stevia leucosticta* B.L. Rob., 1931  
*Stevia liebmannii* Sch. Bip., 1884  
*Stevia liebmannii* var. *chiapensis* B.L. Rob., 1930  
*Stevia lilloi* B.L. Rob., 1930  
*Stevia linariaefolia* DC., 1836  
*Stevia linearifolia* Walp., 1840  
*Stevia linearifolia* Steud., 1841  
*Stevia linearis* (Cav.) Willd., 1803  
*Stevia linearis* Gill ex Baker, 1876  
*Stevia linoides* Sch. Bip. ex Klotzsch, 1853  
*Stevia lita* Grashoff, 1974  
*Stevia longifolia* DC., 1836  
*Stevia longiseta* DC., 1836  
*Stevia lorentzii* Griseb., 1874  
*Stevia lozanoi* B.L. Rob., 1907  
*Stevia lucida* Lag., 1816  
*Stevia lucida* var. *bipontinii* B.L. Rob., 1930  
*Stevia lucida* var. *lucida*

*Stevia lucida* var. *oaxacana* (DC.) Grashoff, 1974  
*Stevia lucida* var. *pueblensis* B.L. Rob., 1930  
*Stevia lucida* var. *robinsoniana* Grashoff, 1974  
*Stevia lundiana* DC., 1836  
*Stevia macbridei* B.L. Rob., 1931  
*Stevia macbridei* var. *anomala* B.L. Rob., 1931  
*Stevia macella* A. Gray, 1853  
*Stevia macvaughii* Grashoff, 1974  
*Stevia madrensis* A. Gray, 1886  
*Stevia maimarensis* (Hieron.) Cabrera, 1978  
*Stevia mandonii* Sch. Bip., 1865  
*Stevia mandonii* Sch. Bip. ex B.L. Rob., 1926  
*Stevia martini* B.L. Turner, 1993  
*Stevia mascotensis* Soejima & Yahara, 2001  
*Stevia megapotamica* DC., 1836  
*Stevia melancholica* B.L. Rob., 1930  
*Stevia melissiaefolia* (DC.) Sch. Bip., 1852  
*Stevia menthaefolia* Sch. Bip., 1852  
*Stevia menthaefolia* Phil., 1860  
*Stevia mercedensis* Hieron., 1897  
*Stevia mercedensis* var. *glanditecta* B.L. Rob., 1930  
*Stevia mercedensis* var. *pereyrae* B.L. Rob., 1930  
*Stevia mereedensis* Hieron.  
*Stevia mexicana* Soejima, Yahara & K. Watan., 2001  
*Stevia micradenia* B.L. Rob., 1922  
*Stevia micrantha* Lag., 1816  
*Stevia microcephala* DC., 1836  
*Stevia microchaeta* Sch. Bip., 1852  
*Stevia microdonta* Sch. Bip.  
*Stevia micropappa* Sch. Bip., 1865  
*Stevia microphylla* Kunth, 1820 [1818]  
*Stevia minor* Griseb., 1874  
*Stevia mitopoda* B.L. Rob., 1928  
*Stevia mollis* Schrader, 1831  
*Stevia monardaefolia* Kunth, 1820 [1818]  
*Stevia monardaefolia* var. *amblyolepis* B.L. Rob., 1900  
*Stevia monardaefolia* var. *repens* B.L. Rob., 1928  
*Stevia morii* R.M. King & H. Rob., 1980  
*Stevia multiaristata* Sch. Bip., 1826  
*Stevia multiaristata* var. *patagonica* Hieron., 1880  
*Stevia multifida* DC., 1836  
*Stevia multifida* var. *trifida* (Lag.) DC., 1836  
*Stevia myriadenia* Sch. Bip. ex Baker, 1876  
*Stevia myricoides* McVaugh, 1972  
*Stevia neglecta* Rusby, 1895  
*Stevia nelsonii* B.L. Rob., 1928  
*Stevia nepetella* Sesse & Mocino ined

*Stevia nepetifolia* Kunth, 1820 [1818]  
*Stevia nepetifolia* var. *leucantha* (Schlecht.) Sch. Bip., 1853  
*Stevia nepetifolia* var. *mollis* (Schrader ex DC.) Sch. Bip.  
*Stevia nervosa* DC., 1836  
*Stevia neurophylla* B.L. Rob. & Greenm., 1900  
*Stevia nevadensis* Hieron., 1897  
*Stevia nitida* Walp., 1840  
*Stevia oaxacana* Schultz-Bip. ex Klatt, 1884  
*Stevia oaxacana* Soejima & Yahara, 2001  
*Stevia obovata* Rusby, 1896  
*Stevia obovata* var. *aristifera* B.L. Rob., 1930  
*Stevia occidentalis* (Grashoff) Soejima, Yahara & K. Watan., 2001  
*Stevia odorata* Regel, 1891  
*Stevia okadae* Cabrera, 1976  
*Stevia oligocephala* DC., 1836  
*Stevia oligophylla* Soejima & Yahara, 2001  
*Stevia ophiomaches* B.L. Rob., 1931  
*Stevia ophryodonta* B.L. Rob., 1934  
*Stevia ophryophylla* B.L. Rob., 1930  
*Stevia organensis* Gardner, 1845  
*Stevia organifolia* Walp., 1840  
*Stevia origanoides* Kunth, 1820 [1818]  
*Stevia orizabensis* B.L. Rob., 1928  
*Stevia ovalis* (B.L. Rob.) B.L. Rob., 1930  
*Stevia ovata* Willd., 1809  
*Stevia ovata* Dum. Cours., 1811  
*Stevia ovata* Willd.  
*Stevia ovata* var. *expansa* Grashoff, 1974  
*Stevia ovata* var. *ovata*  
*Stevia ovata* var. *reglensis* (Benth.) Grashoff, 1974  
*Stevia ovata* var. *texana* Grashoff, 1974  
*Stevia oxylaena* DC., 1836  
*Stevia pabloensis* Hieron., 1908  
*Stevia pallida* (Schultz-Bip.) Hieron., 1895  
*Stevia pallida* Mart. ex Baker, 1876  
*Stevia palmeri* A. Gray, 1886  
*Stevia palmeri* var. *constricta* Grashoff, 1974  
*Stevia palmeri* var. *palmeri*  
*Stevia paniculata* Lag., 1816  
*Stevia paniculigera* Martius ex Baker, 1876  
*Stevia parvifolia* Hassl., 1912  
*Stevia pauciflora* J. Kost., 1948  
*Stevia pauciradiata* Baker ex Glaz., 1909  
*Stevia pearcei* B.L. Rob., 1932  
*Stevia pedata* Cav., 1797  
*Stevia pelophila* S.F. Blake, 1924  
*Stevia pennellii* B.L. Rob., 1932

*Stevia pereyrae* (B.L. Rob.) Cabrera, 1978  
*Stevia perfoliata* Cronquist, 1965  
*Stevia petiolata* (Cass.) Sch. Bip., 1853  
*Stevia philippiana* Hieron., 1908  
*Stevia phlebophylla* A. Gray, 1887  
*Stevia pilosa* Lag., 1816  
*Stevia pilosa* fo. *puberula* B.L. Rob., 1930  
*Stevia pinifolia* Phil., 1891  
*Stevia plummerae* A. Gray, 1882  
*Stevia plummerae* var. *alba* A. Gray, 1884  
*Stevia plummerae* var. *durangensis* B.L. Rob., 1907  
*Stevia plummerae* var. *plummerae*  
*Stevia podocephala* DC., 1836  
*Stevia podocephala* S. Schauer, 1847  
*Stevia pohliana* Baker, 1876  
*Stevia polycephala* Bertol., 1840  
*Stevia polycephala* Baker, 1876  
*Stevia polycephala* var. *polycephala*  
*Stevia polyphylla* DC., 1836  
*Stevia porphyrea* McVaugh, 1972  
*Stevia potosiensis* R.M. King & H. Rob., 1982  
*Stevia potosina* Soejima, Yahara & K. Watan., 2001  
*Stevia potrerensis* Hieron., 1897  
*Stevia pratheri* B.L. Turner, 1992  
*Stevia pringlei* S. Watson, 1888  
*Stevia procumbens* Hieron., 1897  
*Stevia prophyrea* McVaugh  
*Stevia puberula* Hook., 1831  
*Stevia puberula* D. Don ex Hook. & Arn., 1835  
*Stevia pubescens* Lag., 1816  
*Stevia pubescens* Mocino ex DC., 1836  
*Stevia pubescens* Kunth, 1820 [1818]  
*Stevia pubigera* Hieron., 1897  
*Stevia pulcherrima* (B.L. Rob.) M.E. Jones, 1933  
*Stevia punctata* (Ortega) Pers., 1807  
*Stevia punctata* (Jacq.) Sch. Bip. ex Klotzsch, 1852  
*Stevia punensis* B.L. Rob., 1932  
*Stevia purdiei* B.L. Rob., 1931  
*Stevia purpurascens* (Sch. Bip. ex Klotzsch) Hieron., 1895  
*Stevia purpurea* Pers., 1807  
*Stevia purpurea* Willd.  
*Stevia purpurea* var. *dianthoides* Sch. Bip., 1853  
*Stevia purpusii* B.L. Rob., 1930  
*Stevia pyrolaefolia* Schltdl., 1842  
*Stevia quiexobra* B.L. Turner, 1995  
*Stevia quitensis* Kunth, 1820 [1818]  
*Stevia ranunculoides* Hemsl., 1881

*Stevia rapunculoides* DC., 1836  
*Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni, 1905  
*Stevia rebaudiana* (Bertoni) Hemsl., 1906  
*Stevia reclinata* Rusby, 1912  
*Stevia reglensis* Benth., 1840  
*Stevia regnellii* Sch. Bip., 1849  
*Stevia resinosa* Gardner, 1846  
*Stevia reticulata* Grashoff, 1974  
*Stevia revoluta* B.L. Rob., 1909  
*Stevia rhombifolia* Kunth, 1820 [1818]  
*Stevia rhombifolia* var. *stephanocoma* Sch. Bip., 1853  
*Stevia rhombifolia* var. *typica* B.L. Rob., 1930  
*Stevia rhombifolia* var. *uniaristata* (DC.) Sch. Bip., 1853  
*Stevia riedelii* Sch. Bip. ex Baker, 1876  
*Stevia rojasii* Hassl., 1912  
*Stevia rosei* B.L. Rob., 1900  
*Stevia rotundifolia* Soejima, Yahara & K. Watan., 2001  
*Stevia rzedowskii* McVaugh, 1972  
*Stevia sabulonis* B.L. Rob., 1931  
*Stevia salicifolia* Cav., 1797  
*Stevia salicifolia* var. *anathera* B.L. Rob., 1930  
*Stevia salicifolia* var. *collodes* (Greenm.) B.L. Rob., 1930  
*Stevia salicifolia* var. *integra* (S.F. Blake) B.L. Rob., 1930  
*Stevia salicifolia* var. *stenophylla* (A. Gray) B.L. Rob., 1930  
*Stevia salicifolia* var. *virgulifera* B.L. Rob., 1930  
*Stevia saltensis* Hieron., 1897  
*Stevia salviaefolia* G. Don, 1830?  
*Stevia samaipatusensis* B.L. Rob., 1931  
*Stevia sanguinea* Hieron., 1897  
*Stevia santacruzensis* Hieron., 1897  
*Stevia sarensis* B.L. Rob., 1932  
*Stevia sarensis* var. *dissiticeps* B.L. Rob., 1932  
*Stevia satureiaefolia* (Lam.) Sch. Bip. ex Klotzsch, 1853  
*Stevia satureiaefolia* var. *laxa* (Hook. & Arn.) Baker, 1876  
*Stevia satureifolia* (Lam.) Lam., 1802  
*Stevia satureifolia* var. *maimarensis* Hieron., 1897  
*Stevia satureifolia* var. *maimarensis* Hieron., 1897  
*Stevia scabrella* Benth., 1839  
*Stevia scabrella* var. *venosa* (A. Gray) B.L. Turner, 1988  
*Stevia scabrelloides* Soejima & Yahara, 2001  
*Stevia scabridula* B.L. Rob., 1930  
*Stevia schickendantzii* Hieron., 1897  
*Stevia schreiteri* B.L. Rob., 1930  
*Stevia schultzii* Hieron., 1897  
*Stevia seemannii* Sch. Bip., 1856  
*Stevia seemannii* var. *selerorum* B.L. Rob., 1930  
*Stevia seemannioides* Grashoff, 1974

*Stevia seleriana* B.L. Rob., 1900  
*Stevia selloi* (Spreng.) B.L. Rob., 1930  
*Stevia selloi* var. *ypacarayensis* B.L. Rob., 1930  
*Stevia semperflorens* Ten. ex DC., 1836  
*Stevia sempervirens* Steud., 1841  
*Stevia serrata* Cav., 1797  
*Stevia serrata* var. *arguta* B.L. Rob., 1900  
*Stevia serrata* var. *haplopappa* B.L. Rob., 1930  
*Stevia serrata* var. *typica* B.L. Rob., 1930  
*Stevia setifera* Rusby ex B.L. Rob., 1932  
*Stevia simplicifolia* Herter, 1937  
*Stevia simulans* B.L. Rob., 1906  
*Stevia soratensis* Hieron., 1908  
*Stevia soratensis* var. *mecoyensis* B.L. Rob., 1932  
*Stevia soratensis* var. *subeglandulosa* (Hieron.) Hieron., 1908  
*Stevia spathulata* Cabrera  
*Stevia sphacelata* Nutt. ex Torr., 1827  
*Stevia stenocephala* Sch. Bip., 1865  
*Stevia stenophylla* A. Gray, 1879  
*Stevia stolonifera* Yahara & Soejma, 1995  
*Stevia stricta* Hornem., 1813-1815  
*Stevia stuebelii* Hieron., 1895  
*Stevia suaveolens* Lag., 1816  
*Stevia subhirsuta* Lag. ex Rchb., 1828  
*Stevia suboctoaristata* Lag., 1816  
*Stevia subpubescens* Lag., 1816  
*Stevia subpubescens* var. *intermedia* Grashoff, 1972  
*Stevia subpubescens* var. *opaca* (Sch. Bip.) B.L. Rob., 1903  
*Stevia talpensis* Grashoff, 1974  
*Stevia tapacariensis* Hieron., 1897  
*Stevia tarijensis* Hieron., 1908  
*Stevia tenella* DC., 1836  
*Stevia tenuifolia* Phil., 1862  
*Stevia tenuifolia* D. Don ex Hook. & Arn., 1835  
*Stevia tenuis* Hook. & Arn., 1835  
*Stevia tephra* B.L. Rob., 1900  
*Stevia tephrophylla* S.F. Blake, 1924  
*Stevia ternifolia* Kunth, 1820 [1818]  
*Stevia tomentosa* var. *seatonii* B.L. Rob., 1930  
*Stevia torensensis* B.L. Rob., 1931  
*Stevia trachelioides* DC., 1836  
*Stevia trachelioides* Hook., 1841  
*Stevia trachelioides* Sesse & Mocino ined  
*Stevia triangularis* Grashoff, 1974  
*Stevia triaristata* Hieron., 1908  
*Stevia trichopoda* Harv. & A. Gray ex A. Gray, 1849  
*Stevia trifida* Lag., 1816



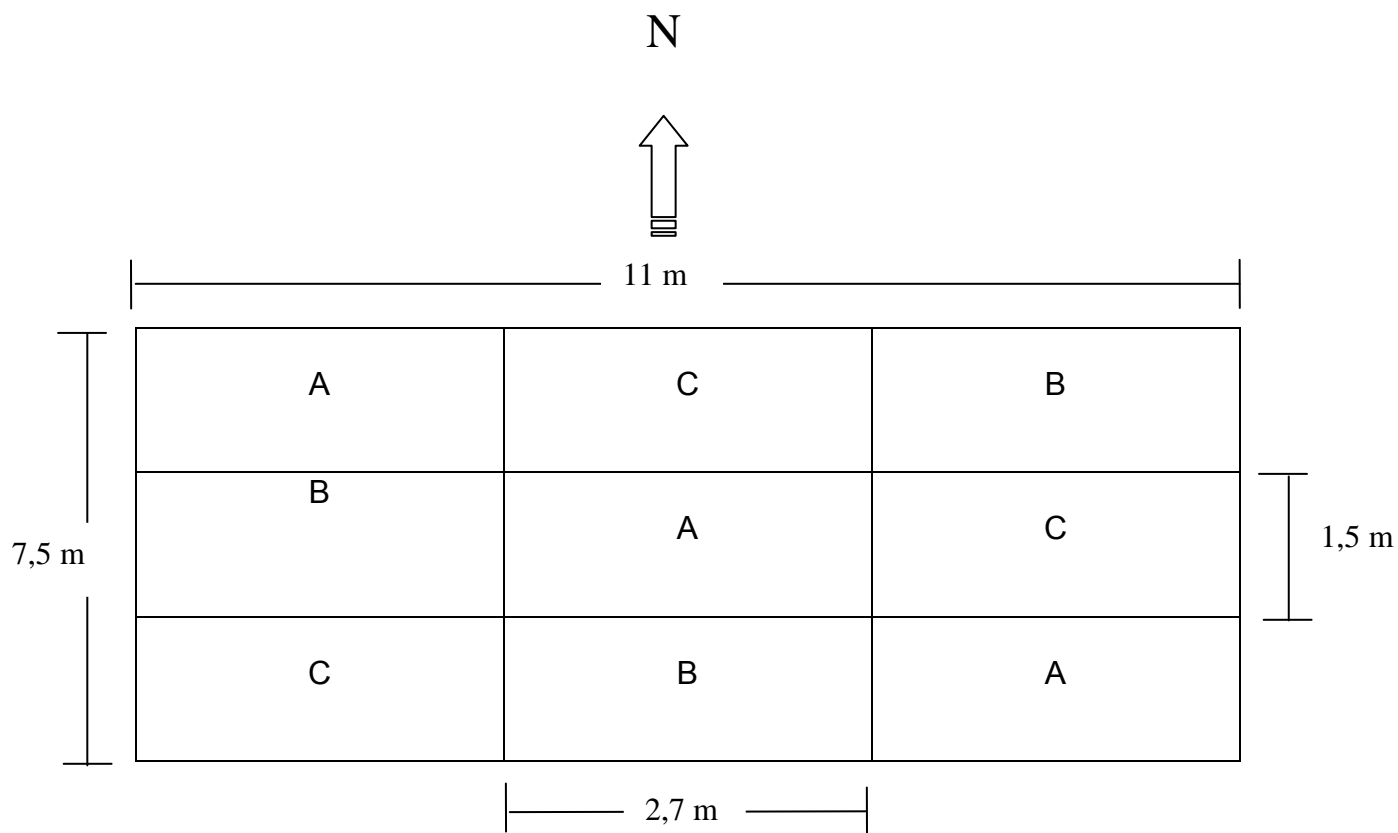
*Stevia triflora* DC., 1836  
*Stevia tripaleacea* Sesse & Mocino ined  
*Stevia tunariensis* Hieron., 1897  
*Stevia tunguraguensis* Hieron., 1901  
*Stevia umbellata* Alaman ex DC., 1836  
*Stevia uniaristata* DC., 1836  
*Stevia unicristata* Hemsl., 1881  
*Stevia urceolata* Grashoff, 1974  
*Stevia urticaefolia* Thunb., 1817  
*Stevia urticaefolia* var. *boliviensis* (Hieron.) B.L. Rob., 1932  
*Stevia urticaefolia* var. *pallidiflora* B.L. Rob., 1931  
*Stevia vaccinioides* J. Kost., 1945  
*Stevia vaga* Griseb., 1874  
*Stevia vaga* var. *effusa* (Hieron.) Ariza & Cerana  
*Stevia vaga* var. *saltensis* (Hieron.) Ariza & Cerana  
*Stevia velutinella* Grashoff, 1974  
*Stevia venosa* A. Gray, 1886  
*Stevia vernicosa* Greenm., 1904  
*Stevia veronicae* var. *erythrochaeta* DC.  
*Stevia veronicae* var. *tenuis* (Hook. & Arn.) Baker, 1876  
*Stevia verticillata* Schltdl., 1842  
*Stevia viejoana* Soejima, Yahara & K. Watan., 2001  
*Stevia vigintiseta* DC., 1836  
*Stevia villaregalis* McVaugh, 1972  
*Stevia villaricensis* (B.L. Rob.) Cabrera & Vittet, 1954  
*Stevia villosa* Mocino ex DC., 1836  
*Stevia viminea* Schrad., 1832  
*Stevia violacea* Cerv. in Loudon, 1832?  
*Stevia violacea* (Griseb.) Hieron. ex Kuntze, 1898  
*Stevia virgata* Kunth, 1820 [1818]  
*Stevia virgintiseta* DC., 1836  
*Stevia viscida* Kunth, 1820 [1818]  
*Stevia viscosa* Kunth ex Steud., 1841  
*Stevia vulcanicola* Standl. & Steyerm., 1943  
*Stevia wagneri* Hieron., 1901  
*Stevia weberbaueri* B.L. Rob., 1931  
*Stevia westonii* R.M. King & H. Rob., 1977  
*Stevia williamsii* Standl., 1950  
*Stevia yaconensis* Hieron., 1897  
*Stevia yaconensis* var. *aristifera* B.L. Rob., 1930  
*Stevia yaconensis* var. *yaconensis*  
*Stevia yalae* Cabrera, 1974  
*Stevia zacatecana* McVaugh, 1982  
*Stevia zephyrantha* Grashoff, 1974

ANEXO 2  
Presupuesto de la Construcción (bs)

Concepto	UNIDAD	CANT.	P. UNIT	SUB TOTAL
<b>COSTO DE MATERIALES</b>				
Agrofilm 250 u	m	50	30	1500
Alambre de amarre	kg	4	8	32
Clavos	kg	5	8,5	42,5
Adobe	unidad	2000	0,35	700
Piedra	m3	8	38	304
Madera	unidad	56	18	1008
Bisagras	pieza	17	1,5	25,5
Ventanas	unidad	19	42	800
Puerta	pieza	1	200	200
Hilo de costura	m	200	0,1	20
Tierra	m3	8	25	200
<b>TRANSPORTE</b>				
Piedra	viajes	2	100	200
Adobe	viajes	4	100	400
Madera y otros	viajes	1	250	250
Tierra	viajes	2	100	200
<b>MANO DE OBRA</b>				
Excavación	jornal	3	35	105
Cimiento y sobre cimiento	jornal	8	35	280
Pared	jornal	12	35	420
Revoque	jornal	7	35	245
Armado de la estructura	jornal	6	35	210
Techado	jornal	6	20	120
Labores secundarias	jornal	4	35	140
<b>SUB TOTAL</b>				7402
Imprevistos				740
<b>TOTAL</b>				8142,2

### ANEXO 3

#### Croquis de campo



Donde los genotipos son los siguientes:

Línea 135..... A

Variedad sintética... B

Variedad criolla..... C

Callejón principal de ingreso 1m

## ANEXO 4

### Consumo de agua del cultivo de estevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) estimado por microlisímetro

Table 1 - Stevia's water consumption in the microlysimeters in 2000.

Period	Microlysimeter 1	Microlysimeter 2	Average
	----- mm day <sup>-1</sup> -----		
06/06-10	7.85	7.89	7.87
06/11-15	7.79	7.95	7.87
06/16-20	7.56	7.03	7.30
06/21-25	6.57	5.72	6.15
06/26-30	5.89	4.82	5.35
07/01-05	5.79	4.99	5.39
07/06-10	5.83	5.22	5.53
07/11-15	5.19	4.93	5.06
07/16-20	4.72	4.51	4.62
07/21-25	5.66	5.90	5.78
07/26-30	4.59	4.52	4.55
08/31-04	5.94	4.92	5.43
08/05-09	6.77	6.44	6.61
08/10-14	4.35	4.37	4.36
08/15-19	5.04	5.19	5.11
08/20-22	5.46	6.41	5.94
Total (mm)	475.06	454.05	464.55
Average	5.94	5.68	5.81

Fuente Scientia Agrícola 2003

La estevia requiere una lámina de riego de 5,8 mm/día, dicho de otro modo requiere 5,8 litros de agua por metro cuadrado día.

Cálculo de agua

Datos

Suelo franco arenoso

Ge = 1.6

PMP= 6% Hg

ETC= 5,8 mm/día

CC = 14% Hg  
 Prof= 30cm  
 Calculo de lámina de riego  
 $LR = ((CC - Hg)/100) * Ge * Prof.$

LR = 38,4 mm

Calculo de frecuencia de riego  
 $FR = LR/ETC$

FR = 7 días

### ANEXO 5 Statistical Analysis System (SAS)

Al tura de planta

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: ALTURA

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	2291.41402222	1145.70701111	61.08	
Error	6	112.55173333	18.75862222		
Corrected Total	8	2403.96575556			

Mean	R-Square	C. V.	Root MSE	ALTURA
39.9822222	0.953181	10.83262	4.33112251	

Al tura de planta

Alpha= 0.05 df= 6 MSE= 18.75862  
 Critical Value of Studentized Range= 4.339  
 Minimum Significant Difference= 10.85

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	62.530	3	A
B	29.483	3	C
B	27.933	3	B

diámetro de tallos

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: DIAMETRO

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	0.09448889	0.04724444	13.81	
Error	6	0.02053333	0.00342222		
Corrected Total	8	0.11502222			

Mean	R-Square	C. V.	Root MSE	DIAMETRO

0.3655556                      0.821484                      16.00297                      0.05849976

Diámetros de tallos

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: DIAMETRO

Alpha= 0.05    df= 6    MSE= 0.003422  
 Critical Value of Studentized Range= 4.339  
 Minimum Significant Difference= 0.1465

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	0.51000	3	A
B	0.30333	3	B
B	0.28333	3	C

Número de hojas

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: HOJAS

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	103332.73740000	51666.36870000	42.28	0.0003
Error	6	7331.57220000	1221.92870000		
Corrected Total	8	110664.30960000			

Mean	R-Square	C.V.	Root MSE	HOJAS
187.65000000	0.933749	18.62835	34.95609675	

Número de hojas

Analysis of Variance Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: HOJAS

Alpha= 0.05    df= 6    MSE= 1221.929  
 Critical Value of Studentized Range= 4.339  
 Minimum Significant Difference= 87.57

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	337.22	3	A
B	133.93	3	C
B	91.80	3	B

ancho de hojas

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: AHOJAS

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	1.34926667	0.67463333	20.10	0.0022
Error	6	0.20133333	0.03355556		
Corrected Total	8	1.55060000			

	R-Square	C. V.	Root MSE	AHOJAS
Mean	0.870158	7.907126	0.18318176	
2.31666667				

Ancho de hojas

Analysis of Variance Procedure  
 Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: AHOJAS

Alpha= 0.05 df= 6 MSE= 0.033556  
 Critical Value of Studentized Range= 4.339  
 Minimum Significant Difference= 0.4589

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	2.8067	3	A
B	2.2833	3	B
B	1.8600	3	C

Largo de hojas

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: LHOJAS

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	5.54886667	2.77443333	5.20	0.0489
Error	6	3.19953333	0.53325556		
Corrected Total	8	8.74840000			

	R-Square	C. V.	Root MSE	LHOJAS
Mean	0.634272	13.15754	0.73024349	
5.55000000				

Largo de hojas

Analysis of Variance Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: LHOJAS

Alpha= 0.05 df= 6 MSE= 0.533256  
 Critical Value of Studentized Range= 4.339  
 Minimum Significant Difference= 1.8294

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	6.5133	3	A
A			
B	5.5467	3	B
B			
B	4.5900	3	C

Numero de ramas

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: RAMAS

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	484.06842222	242.03421111	37.94	
Error	6	38.27553333	6.37925556		
Corrected Total	8	522.34395556			

Mean	R-Square	C. V.	Root MSE	RAMAS
14.21222222	0.926724	17.77146	2.52571882	

numero de ramas

Analysis of Variance Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: RAMAS  
 Alpha= 0.05 df= 6 MSE= 6.379256  
 Critical Value of Studentized Range= 4.339  
 Minimum Significant Difference= 6.3273

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	24.510	3	A
B	10.133	3	C
B	7.993	3	B

distancia entre nudos

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: NUDOS

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	0.79162222	0.39581111	4.84	
Error	6	0.49073333	0.08178889		
Corrected Total	8	1.28235556			

Mean	R-Square	C. V.	Root MSE	NUDOS
2.1477777	0.617319	13.31551	0.28598757	

distancia entre nudos

Analysis of Variance Procedure  
 Alpha= 0.05 df= 6 MSE= 0.081789  
 Critical Value of Studentized Range= 4.339  
 Minimum Significant Difference= 0.7164

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	2.4367	3	A
A	2.2667	3	B
A	1.7400	3	C

Peso de hoja seca

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: HSECA



Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	94.72126667	47.36063333	129.46	
Error	6	2.19493333	0.36582222		
Corrected Total	8	96.91620000			
Mean	R-Square	C. V.	Root MSE	HSECA	
5.55333333	0.977352	10.89134	0.60483239		

Peso de hoja seca

Analysis of Variance Procedure

Alpha= 0.05 df= 6 MSE= 0.365822  
Critical Value of Studentized Range= 4.339  
Minimum Significant Difference= 1.5152

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	10.1300	3	A
B	3.5433	3	C
B	2.9867	3	B

peso de tallos

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: TALLOS

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	166.35628889	83.17814444	127.08	
Error	6	3.92713333	0.65452222		
Corrected Total	8	170.28342222			
Mean	R-Square	C. V.	Root MSE	TALLOS	
5.09555556	0.976938	15.87708	0.80902548		

peso de tallos

Analysis of Variance Procedure  
Alpha= 0.05 df= 6 MSE= 0.654522  
Critical Value of Studentized Range= 4.339  
Minimum Significant Difference= 2.0267

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	11.1733	3	A
B	2.2033	3	C
B	1.9100	3	B

## ANEXO 6

### Presupuesto parcial de la producción para el primer corte

DETALLE	GENOTIPOS		
	B	C	A
Rendimiento medio ( hojas) kg/ha	372,33	454,51	1300,61
Rendimiento medio (tallos) kg/ha	245,23	282,46	1434,15
Rendimiento ajustado (hojas) kg/ha	335,1	409,06	1170,55
Rendimiento ajustado (tallos) kg/ha	220,71	254,21	1290,74
Beneficio bruto de campo (hojas) bs/ha	11728,5	14317,1	40969,25
Beneficio bruto de campo (tallos) bs/ha	2648,52	3050,52	15488,88
Beneficio bruto de campo bs/ha	14377,02	17367,62	65458,13
Costo de mano de obra bs/ha			
Desyerbe	1000	1000	1200
Riego	1040	1040	1040
Cosecha	600	600	1000
Secado	500	500	600
Empaque	1000	1000	1600
Total de Costos que Varían bs/ha	4140	4140	5440
BENEFICIO NETO bs/ha	10237,02	13227,62	60018,13
Tasa de Retorno Marginal		35,9927	
Tasa de Retorno Marginal		38,29	

ANEXO 9  
FOTOGRAFIAS



COLLANA NORTE PROV. AROMA



AMBIENTE PROTEGIDO



LINEA 135 POR CULTIVO DE TEJIDOS





PROPAGACION VEGETATIVA DE LOS GENOTIPOS (A) Y (C)



PLANTIN PARA EL TRASPLANTE



DISTRIBUCION DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES



MAXIMA ALTURA DE 95 cm EN EL GENOTIPO (A)





LARGO DE HOJA DEL GENOTIPO (A)



LARGO DE HOJA DEL GENOTIPO (C)



LARGO DE HOJA DEL GENOTIPO (B)



GENERO STEVIA EN COLLANA