

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



TESIS DE GRADO

**EFFECTO DE LA FERTILIZACION CON BIOL EN EL CULTIVO
ECOLOGICO DE ESTEVIA (*Stevia rebaudiana*)**

SILBIA ALANOCA COLQUE

LA PAZ – BOLIVIA

2006

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

**EFFECTO DE LA FERTILIZACION CON BIOL EN EL CULTIVO ECOLOGICO DE
ESTEVA (*Stevia rebaudiana*)**

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

SILBIA ALANOCA COLQUE

Tutor:

Ing. Víctor Churquina Mamani

Asesor:

Ing. Roberto Miranda Casas

Comité Revisor:

Ph. D. Abul Kalam Kurban

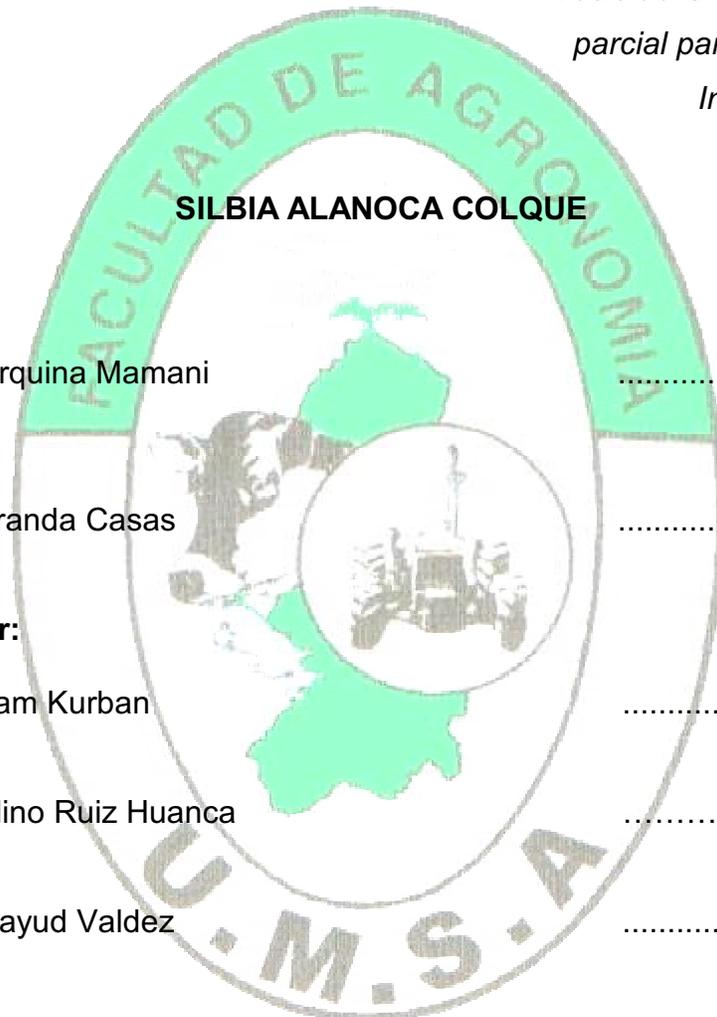
Ing. M. Sc. Paulino Ruiz Huanca

Ing. Rene Calatayud Valdez

APROBADA

Decano:

Ing. M. Sc. Jorge Pascuali Cabrera



DEDICATORIA

Está Tesis se la dedico especialmente a mis padres Florencio y Dominga por todo el esfuerzo que han hecho para sacarme adelante y poder llegar hasta donde estoy, gracias por ese apoyo incondicional,

También a mis hermanos Roxana, Bruno, Rosmery. y Rolando por su apoyo.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Roberto Miranda por el asesoramiento y los acertados consejos dados durante la ejecución y finalización del trabajo.

A mi tutor Ing. Víctor Churquina por su guía y constante apoyo durante la ejecución del ensayo experimental.

Al tribunal revisor, Dr. Abul Kalam, Ing. Msc. Paulino Ruiz, Ing. René Calatayud por sus acertadas observaciones y sugerencias que ayudaron a corregir y enriquecer el trabajo de tesis.

Al Servicio Departamental de Agropecuaria por facilitar los terrenos de la Estación experimental de Coroico para la realización del experimento. A mis compañeros Roberto, Sholeh, Ely, Paulina, y Beatriz por el apoyo durante la fase de campo.

A la familia Silva por facilitarme el material vegetal ya que sin el mismo no se hubiera realizado el trabajo.

También a mis amigos(as) de Facultad en especial a: Ana Maria, Betty, Irene, Jacky, Maday, Sandra, Jhonny S. Beatriz, por brindarme su amistad y su apoyo incondicional.

A Alejandro por su compañía y por su colaboración en la culminación de mi trabajo.

CONTENIDO

INDICE GENERAL	i
INDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	Vi

INDICE GENERAL

1. INTRODUCCION	1
1.1. Objetivos.....	3
1.1.1. Objetivo general.....	3
1.1.2. Objetivos específicos.....	3
1.1.3. Hipótesis.....	3
2. REVISION BIBLIOGRAFICA	4
2.1 Agricultura orgánica.....	4
2.2 Fertilización.....	5
2.2.1 Importancia de los abonos orgánicos.....	6
2.2.2 Efecto de la materia orgánica sobre las propiedades del suelo.....	7
2.2.3. Estiércoles.....	8
2.2.3.1. Estiércol vacuno.....	9
2.2.3.2 Estiércol de gallina o gallinaza.....	9
2.2.4 Tipos de abonos orgánicos.....	10
2.2.4.1 Abonos orgánicos líquidos.....	11
2.2.4.2 Bioabonos.....	12
2.2.5 Investigaciones realizadas sobre abonos líquidos y uso de especies vegetales.....	15
2.3 La Crotalaria.....	17
2.3.1 Características generales	17
2.4 La estevia.....	18
2.4.1 Origen y distribución.....	19
2.4.2 Clasificación taxonómica.....	19
2.4.3 Características botánicas de la estevia.....	19
2.4.4 Clima y suelos.....	20
2.4.5 Propagación.....	21
2.4.6 Transplante.....	22

2.4.7	Fertilización.....	23
2.4.8	Cosecha y post cosecha.....	24
3.	LOCALIZACIÓN.....	25
3.1	Ubicación geográfica.....	25
3.1.1	Fisiografía.....	25
3.1.2	Clima.....	25
3.1.3	Suelo.....	25
3.1.4	Fauna y vegetación.....	27
4	MATERIALES Y METODOS.....	28
4.1.1	Material de campo.....	28
4.1.2	Material biológico.....	28
4.2	Metodología.....	28
4.2.1	Diseño experiment al.....	28
4.2.2	Modelo lineal aditivo.....	29
4.2.3	Tratamientos.....	29
4.2.4	Croquis del campo experimental.....	30
4.3	Recolección del material orgánico.....	30
4.3.1	Peso del material vegetal y orgánico.....	31
4.3.2	Machacado de la muestra.....	31
4.3.3	Preparación del abono orgánico.....	31
4.4	Fase de campo.....	32
4.4.1	Ubicación y limpieza del terreno.....	32
4.4.2	Preparación de la almaciguera.....	32
4.4.3	Reproducción de los plantines.....	33
4.4.4	Obtención de las plántulas.....	34
4.4.5	Preparación del terreno a transplantar.....	34
4.4.6	Distribución de las unidades experimentales.....	34
4.4.7	Abonado.....	35
4.4.8	Transplante.....	35
4.4.9	Labores culturales.....	36
4.4.10	Cosecha.....	37
4.4.11	Post-cosecha.....	37
4.5	Variables de respuesta.....	38
4.5.1	Peso de materia fresca.....	38

4.5.2	Peso de hoja seca por planta.....	38
4.5.3	Peso de materia seca por planta.....	39
4.5.4	Altura de planta.....	39
4.5.5	Diámetro de tallo.....	39
4.5.6	Número de ramas.....	39
4.5.7	Número de hojas.....	39
4.5.8	Área foliar (AF).....	39
4.5.9	Relación Beneficio/costo.....	40
5	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	41
5.1	Condiciones climáticas.....	41
5.1.1	Temperatura.....	41
5.1.2	Precipitación y humedad relativa.....	41
5.2	Análisis de suelo.....	42
5.3	Análisis químico de los abonos líquidos.....	43
5.4	Evaluación estadística de los componentes del rendimiento.....	44
5.4.1	Peso de materia fresca.....	44
5.4.2	Peso de hoja seca por planta.....	46
5.4.3	Peso de materia seca por planta.....	48
5.4.4	Altura de planta.....	50
5.4.5	Diámetro de tallo.....	51
5.4.6	Número de ramas.....	53
5.4.7	Número de hojas.....	55
5.4.8	Área foliar (AF).....	57
5.5	Relación Beneficio -Costo.....	59
6.	CONCLUSIONES.....	61
7.	RECOMENDACIONES.....	63
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	64

9. ANEXOS.....	72
Anexo 1. Análisis físico-químico de suelos.....	72
Anexo 2. Planta de <i>Crotalaria (Crotalaria anagyroides)</i>	72
Anexo 3. Características morfológicas de la flor de <i>Crotalaria anagyroides</i>	73
Anexo 4. Fases fenológicas de la estevia.....	73
Anexo 5. Formas de hojas de estevia.....	74
Anexo 6. Características morfológicas de la flor de la estevia.....	74
Anexo 7. Análisis químico de los abonos.....	75
Anexo 8. Costos de producción para hojas de estevia por tratamiento.....	76
Anexo 9. Fotos del cultivo de estevia.....	78

CUADROS

Cuadro 1. Composición aproximada de las materias fertilizantes orgánicas.....	10
Cuadro 2. Datos meteorológicos de los meses de investigación.....	41
Cuadro 3. Análisis de varianza para la variable materia fresca por planta.....	44
Cuadro 4. Análisis de varianza para peso de hoja seca por planta.....	46
Cuadro 5. Análisis de varianza para materia seca por planta.....	48
Cuadro 6. Análisis de varianza para la variable altura de planta.....	50
Cuadro 7. Análisis de varianza para el diámetro de tallo.....	51
Cuadro 8. Análisis de varianza el número de ramas.....	53
Cuadro 9. Análisis de varianza para el número de hojas por planta.....	55
Cuadro 10. Análisis de varianza para el área foliar.....	57
Cuadro 11. Costos de elaboración de abonos líquidos para la fertilización de la estevia.....	59
Cuadro 12. Relación Beneficio-Costo de la producción de 55000 plantas con la aplicación de los abonos líquidos.....	60

FIGURAS

Figura 1. Planta de estevia (<i>Stevia rebaudiana</i> Bert.).....	18
Figura 2. Localización de Coroico, Provincia Nor Yungas, Departamento de La Paz.....	26
Figura 3. Croquis del campo experimental.....	30
Figura 4. Machacado del material vegetal (<i>Crotalaria anagyroides</i>).....	31
Figura 5. Almacigueras preparadas para la reproducción de plantines de estevia.	33
Figura 6. Planta madre de estevia para la propagación vegetativa.....	33
Figura 7. Plántulas de estevia.....	34
Figura 8. Transplante de plántulas de estevia a lugar definitivo.....	35
Figura 9. Secado de hojas de estevia.....	38
Figura 10. Precipitación y humedad relativa registrada durante el ensayo.....	42
Figura 11. Prueba de Duncan al 5% para peso de materia fresca por planta.....	45
Figura 12. Prueba de Duncan al 5% para el peso de hoja seca por planta.....	47
Figura 13. Prueba Duncan al 5% para el peso de materia seca por planta.....	49
Figura 14. Prueba de Duncan al 5% para altura de planta.....	50
Figura 15. Prueba de Duncan al 5% para el diámetro de tallo.....	52
Figura 16. Prueba de Duncan al 5% para número de ramas por planta.....	54
Figura 17. Prueba de Duncan al 5% para número de hojas por planta.....	56
Figura 18. Prueba de Duncan para el área foliar.....	58

RESUMEN

El presente trabajo, se llevo acabo en la gestión 2004, en la esta ción experimental de Coroico dependiente del Servicio Departamental de Agropecuaria, localizada en la comunidad de San Pedro de La Loma, provincia Nor Yungas a una distancia aproximada de 106 km de la ciudad la Paz.

En el ensayo se evaluó el efecto de la fertilización con biol en el cultivo ecológico de la estevia, los objetivos planteados fueron los siguientes: evaluar efectos del biol en el manejo ecológico de estevia (*stevia rebaudiana* Bert.), evaluar el efecto de la fertilización liquida en el cultivo de estevia, determinar el nivel óptimo de aplicación del abono líquido en el cultivo de estevia, y analizar la relación Beneficio/Costo.

El experimento fue llevado bajo un diseño de Bloques Completamente al Azar con cuatro repeticiones en un área total de 256 m², se evaluó las siguientes variables de respuesta: altura de planta, diámetro de tallo, número de ramas, número de hojas, área foliar, peso de materia verde, peso de materia seca, peso de hoja seca, días a la floración y días a la cosecha, estas variables fueron analizados mediante el análisis de varianza y la prueba de medias Duncan.

En el ensayo experimental, es posible mencionar las siguientes apreciaciones: 1) los abonos preparados presentaron un incremento en los principales nutrientes, como e l nitrógeno, posiblemente por el incremento de la *Crotalaria anagyroides*; 2) De acuerdo con los datos obtenidos para altura de planta, diámetro de tallo, número de ramas por planta, todos los tratamientos se comportaron de forma similar respecto al testigo al cual no se le adicio no ningún tipo de abono liquido; 3) respecto a los componentes del rendimiento como el peso de materia verde, peso de materia seca y número de hojas, estas variables presentaron diferencias significativas. Obteniéndose con el tratam iento T₄ los mayores pesos en: materia fresca con 197,70 g, materia seca 11,325 g y 194,023 hojas por planta, en tanto que el tratamiento testigo presento valores inferiores (141,43 g y 6,14 g 110,85 hojas por planta).

De acuerdo al análisis económico de Beneficio - Costo, todos los tratamientos presentan rentabilidad. En términos monetarios los tratamientos que presentaron una mayor relación B/C son los tratamientos T₄, T₃ y T₂ con 2,95, 2,4 y 2 respectivamente, finalmente el testigo T₁ con 1,4 de B/C.

1. INTRODUCCION

Bolivia presenta tierras agrícolas ubicadas en diversos agroecosistemas, los cuales presentan perturbaciones naturales relacionadas con los fenómenos climáticos, como heladas, granizos, sequías, etc. No obstante los perjuicios ocasionados por la acción del hombre, son las que tienen mayor incidencia sobre la sostenibilidad de los ecosistemas.

La agricultura convencional ofrece opciones para lograr un incremento de la productividad, pero no plantea la sostenibilidad de los ecosistemas, su práctica provoca la disminución de la fertilidad de los suelos por el uso indiscriminado de fertilizantes y plaguicidas sintéticos, las cuales también producen problemas en la salud misma del hombre, considerando que los alimentos presentan residuos de estos productos.

Ante esto surge la agricultura ecológica, que es una alternativa válida que posibilita la manutención e incremento de la fertilidad de los suelos con el uso de abonos orgánicos, y para el control de plagas, se aplican productos de origen biológico.

Considerando estos aspectos, como alternativa se plantea la aplicación de los abonos líquidos fermentados, que pueden ser obtenidos a través de un proceso de descomposición anaeróbica y aeróbica, resultando de la misma una solución biofertilizante que contiene nutrientes, hormonas y vitaminas que favorecen el desarrollo de las plantas.

La cantidad de nutrientes en los abonos varía, dependiendo de la cantidad y tipo de material utilizado, los que pueden ser de origen animal o vegetal. Por otra parte la mezcla de ambos materiales enriquecen los abonos, que pueden ser aplicados foliarmente o directamente al suelo, estas aplicaciones mejoran la estructura del suelo, y por otro lado son de rápida absorción para las plantas.

La estevia (*Stevia rebaudiana* Bert.), es una planta, herbácea, perenne subtropical, que tiene poder edulcorante capaz de remplazar al azúcar de caña, este producto puede ser consumido como hoja fresca, seca y molida. La planta presenta amplia adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales.

Debido a estas características, la demanda de hoja seca crece en tal sentido que es considerado como un cultivo alternativo con perspectivas para mejorar la economía de los agricultores de la zona de los Yungas.

Por otro lado esta planta no es exigente en suelos, es así que la zona de los Yungas se muestra propicia para su desarrollo, además en esta región existen una variedad de especies vegetales aprovechables para la elaboración de los abonos líquidos.

En este sentido, se hace necesario conocer el efecto de la aplicación de los abonos líquidos en la estevia y así estableciendo las connotaciones en la productividad de este cultivo.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

- Evaluar el efecto del biol en el cultivo ecológico de la estevia (*Stevia rebaudiana* Bert.) en San Pedro de la Loma en los Yungas de La Paz

1.1.2 Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de la fertilización líquida en el rendimiento de la estevia.
- Determinar la concentración óptima de *Crotalaria* para la aplicación del abono líquido en el cultivo. .
- Analizar la relación Beneficio/Costo del cultivo ecológico de *Stevia rebaudiana* Bert.

1.1.3 Hipótesis

- No existe efecto con la fertilización líquida en el rendimiento del cultivo de la estevia.
- La concentración de *Crotalaria* en el abono líquido no influye en el cultivo de estevia.
- La relación Beneficio/Costo con la aplicación de fertilizantes son iguales para todos los tratamientos.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Agricultura orgánica

Sánchez (2004), señala que la agricultura orgánica es una forma de producción agraria, basada en el respeto al entorno, produciendo alimentos sanos, de buena calidad y en cantidad, utilizando como modelos a la misma naturaleza, esto permite obtener una calidad de presentación y un buen sabor en los alimentos mediante técnicas que:

- Estén integradas al agro ecosistema
- No incorporen a los alimentos sustancias o residuos perjudiciales para el organismo.
- Potenciar la fertilidad natural del suelo

Por otra parte Silguy (1999), indica que la agricultura ecológica u orgánica es un modelo de producción dando un mantenimiento al suelo, considerando a los sistemas de producción diversificados, basados en el complejo de poli cultivos, ganadería, los agricultores dan mantenimiento al suelo ya que del equilibrio de este medio viviente que es complejo dependen las plantas, animales y seres humanos, por esta razón, la agricultura biológica contribuye en gran medida a dar respuestas a las preocupaciones ambientales y sociales, además de proveer alimentos de calidad tanto en los países ricos como aquellas regiones desheredadas.

Este método de producción se lo realiza gracias a las rotaciones variadas, fijación de nitrógeno, a través de leguminosas y el reciclado sistemático de los residuos orgánicos en particular los estiércoles de animales que contribuyen a reducir considerablemente el despilfarro.

Asegurar la competitividad de alimentos en cantidad y calidad, con una reducción en los costos, evitándole impacto negativo que la agricultura convencional provoca al ambiente, son parte de los objetivos que son perseguidos por los agricultores

orgánicos para obtener impactos positivos con la recuperación de los suelos, además de otros recursos adicionales.

Por lo tanto las prácticas de la agricultura orgánica no se constituyen en prácticas bien definidas, ya que estas consisten en una variedad de opciones tecnológicas y de manejo utilizados para reducir costos e intensificar las interacciones biológicas y benéficas de los procesos naturales (Restrepo, 2001).

La FAO (1988), menciona que esta agricultura fomenta y realza la salud de los agroecosistemas, usando técnicas apropiadas que en principio evitan el uso de fertilizantes y pesticidas sintéticos, teniendo así un alcance mucho mayor, para tener una producción agropecuaria limpia y sostenida.

Para FECAFEB (2001), esta es una agricultura, que pretende armonizar los conocimientos para lograr un sistema de producción equilibrado, con el uso mínimo de insumos externos, fomentando la estabilidad de los agroecosistemas, conservando especies y variedades. Mantener la fertilidad de los suelos, efectuando un reciclaje de la materia orgánica, siembra de abonos verdes, prohibición del uso de fertilizantes y pesticidas sintéticos para el control de plagas y enfermedades, sustituyéndolas por enzimas naturales de las plagas conocidas como control biológico

2.2 Fertilización

Fonth (1977), señala que la fertilización es el aporte de nutrientes orgánicos e inorgánicos al suelo y la planta pudiendo ser los mismos de origen natural o sintético, y de acuerdo a la forma de aplicación se tiene que la aplicación directa a la planta es la más eficaz para evitar el problema de fijación de los nutrientes.

El efecto de la fertilización no solo depende de las cantidades adecuadas sino también del momento de aplicación, por ser importante para aquellos suelos con bajo

contenido de los elementos nutritivos, así como para los cultivos cuya necesidad sea limitada a un determinado tiempo.

La AOPEB (1999), señala que la fertilización consiste en proveer a la planta los nutrientes que necesita y también proveer a los organismos del suelo el alimento necesario para metabolizar los nutrientes los que estarán disponibles para las plantas. Los fertilizantes pueden con frecuencia duplicar, o hasta triplicar los rendimientos de los cultivos, aplicando la dosis correcta del nutriente que aporte el fertilizante.

Según Silguy (1999), los fertilizantes tienen como objetivo aumentar la fertilidad del suelo garantizando de esta forma la nutrición de las plantas, tomándose en cuenta que la cantidad y el tipo de fertilizante esta en dependencia del tipo de cultivo y la capacidad del suelo para suministrar los nutrientes.

La fertilización esta estrechamente vinculada con el uso del suelo y la rotación de los cultivos, algunas plantas como las leguminosas dejan restos de elementos nutritivos por tener la facultad de fijar el nitrógeno del aire, gracias a las bacterias simbióticas unidas a las raíces.

2.2.1 Importancia de los abonos orgánicos

Los abonos orgánicos pueden considerarse como la base de la fertilización, ya que al componerse de residuos vegetales y animales, contienen sustancias necesarias para el desarrollo de las plantas. El nitrógeno de estos abonos se mineraliza paulatinamente, siendo una fuente lenta y continua de este elemento, evitando así su pérdida (AGRUCO, 1998).

La mayoría de los abonos orgánicos de origen animal o vegetal, contienen varios elementos menores, cuyas concentraciones son mas bajas que los fertilizantes

minerales, a pesar de ello los abonos orgánicos, no deberán valorarse únicamente por su contenido en nutrientes, sino también por su beneficioso efecto en el suelo.

Sánchez (2004), indica que los abonos, son sustancias constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar las características físicas, biológicas y químicas, esta clase de abono no solo aporta al suelo materiales nutritivos, sino que también influye en la estructura del suelo.

El mismo autor señala que el abonamiento retribuye los elementos nutritivos extraídos por los cultivos con el propósito de mantener una renovación de los nutrientes, el uso de este tipo de abonos se recomienda sobre todo en suelos con bajo contenido de materia orgánica y degradada.

Valdez (1995), menciona que la materia orgánica aplicada al suelo se transforma, de dos maneras: la mineralización de la materia orgánica, lo cual provee los minerales del abono, que son absorbidas por las plantas a través del sistema radicular, por otro lado es la humificación que estabiliza y fija los componentes del abono en forma de humus.

Aparte de proveer nitrógeno u otros nutrientes, el uso de abonos orgánicos mejora, las características del suelo, otorgándole una mayor capacidad de retención de agua, elementos minerales nutritivos, favoreciendo el crecimiento de la microflora y micro fauna, siendo estas las bases importantes para un buen desarrollo de las plantas.

2.2.2 Efecto de la materia orgánica sobre las propiedades del suelo

Loja (1995), asevera que la presencia de materia orgánica en la superficie tiene un efecto de protección, tanto contra la evaporación, como el almacenamiento de agua, favoreciendo la germinación y el crecimiento de la planta, también se mejora la infiltración y acelera la circulación del agua saturante. Esta materia orgánica actúa sobre el color del suelo, favoreciendo así la formación de agregados, reduciendo la plasticidad y cohesión en suelos arcillosos, aumentando así la capacidad de

intercambio de aniones, regulariza el pH, favorece la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y azufre para la producción de sustancias activadoras de crecimiento.

También García (1987), indica que el abono orgánico, influye en las condiciones físicas y químicas del suelo por lo siguiente:

- Modifica el pH favorable para el desarrollo de la microflora y fauna humificadora.
- Retiene humedad a favor de la estructura del suelo.
- Dispone nutrientes a largo plazo, por lo que sus resultados se pueden observar a través del efecto residual de los cultivos.

Thompson y Troech (1962), mencionan que la materia orgánica es capaz de retener un peso de agua superior al suyo, esto debido a que presenta elevada porosidad. Un 1% de materia orgánica en el suelo a capacidad de campo retiene aproximadamente 1,5 de volumen en agua. Los mismos autores añaden, que la materia orgánica modifica las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, aumenta la porosidad, mejorando la relación agua-aire, reduciéndose la erosión, también es una fuente de nitrógeno, fósforo, y de azufre.

2.2.3 Estiércoles

Tisdale *et al* (1991), indican que el estiércol debe considerarse primeramente como un abono que aporta principalmente nitrógeno y en un nivel menor un abono potasico, la pérdida de nutrientes en el estiércol es seria, si esta se deja secar en la superficie del suelo después de ser esparcida y antes de ser labrada, un 25% de nitrógeno puede perderse por volatilización.

Para Primavesi (1986), el estiércol es una fuente excelente de materia orgánica, su valor depende del tipo de animal, calidad de la dieta y la manera que el abono es almacenado y aplicado, esta es una mezcla de deyecciones de animales con camas, variando ampliamente en su composición.

Suquilanda (1996), señala que los estiércoles son los excrementos de los animales que resultan como desechos del proceso de digestión de los animales, su incorporación al suelo permite la retención de humedad, aporte de nutrientes mejorando la actividad biológica e incrementando la productividad.

2.2.3.1. Estiércol vacuno

Morales (1993), señala que este estiércol tiene un valor nutritivo alto, respecto a otros abonos y que estos evolucionan más rápido porque son más concentrados y maduran más fácilmente y tienen una acción rápida y este contiene muchos nutrientes.

2.2.3.2 Estiércol de gallina o gallinaza

AGRUCO (1998), menciona que el estiércol de gallina, es un subproducto de la industria avícola que por sus cualidades, es aceptada como abono orgánico, tiene gran demanda, por las propiedades que esta presenta, siendo la mas utilizada la gallinaza proveniente de aves de postura. Por otro lado señala que este es un componente de vital importancia para la fabricación de abonos orgánicos fermentados ya que este aporta nitrógeno y otros elementos nutritivos.

Para Restrepo (2001), la gallinaza es la principal fuente de nitrógeno en la fabricación de abonos orgánicos fermentados, lo cual mejora las características de fertilidad del suelo con algunos nutrientes principalmente, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro.

Este mismo autor menciona que la mejor gallinaza para la fabricación de abonos orgánicos es la que se origina de la cría de gallinas ponedoras con techos y pisos cubiertos ya que los provenientes de la cría de pollos para engorde presentan una mayor cantidad de agua y antibióticos que interfieren en el proceso de fermentación.

a) Características físicas y químicas del estiércol de gallina

Villarroel (1988), clasifica a la gallinaza dentro, del grupo de estiércoles calientes y tiene por característica la transformación más de prisa porque son más concentrados. Las características físicas son un incremento, en la capacidad de penetración de la raíz y aumenta su permeabilidad.

La composición química de la gallinaza varia considerablemente como consecuencia del tipo de aves de que procede, este estiércol tiene un promedio de 39,9 % de humedad, 5,0 % de nitrógeno, 3,0 % de fósforo (P_2O_5) y 1,5 % de potasio (K_2O), siendo aproximadamente el fósforo y potasio el 50% del total que se aprovecha tal como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Composición aproximada en nutrientes de las materias fertilizantes orgánicas

Materias	N. Total (%)	P_2O_5 total (%)	K_2O (%)	Ca O (%)	Mg O (%)	SO_3 (%)
Gallinaza	5,0	3,0	1,5	4,0	1,0	2,0
Estiércol vacuno	2,0	1,5	2,0	4,0	1,0	0,5
Estiércol de cabra	2,5	1,5	3,0	2,0	-	-
Estiércol de oveja	2,0	1,5	3,0	5,0	2,0	1,5
Estiércol de caballo	2,0	1,5	1,5	4,0	1,0	0,5

Fuente Augstburger F. (1986)

2.2.4 Tipos de abonos orgánicos

CATIE (2003), señala que en los abonos orgánicos se tienen 2 grupos , los abonos sólidos como el compost y los abonos líquidos o biofermentados que se originan a partir de la fermentación de materiales orgánicos como los estiércoles de animales, plantas verdes y frutos.

Los abonos orgánicos son residuos de las cosechas, hierbas secas, los abonos verdes, tierra de bosque y el estiércol, estas son añadidas al suelo con el objetivo de

mejorar sus características, todos estos residuos producidos en cantidades variables y permanentes y que en ocasiones pueden aprovecharse para producir abonos, siendo muy buenas para los cultivos por su alto contenido de nutrientes (Sánchez, 2003).

2.2.4.1 Abonos orgánicos líquidos

Sánchez (2004), menciona que el uso de este tipo de abonos es relativamente nuevo, y considera que ayudan a que el manejo de la agricultura sea sostenible, esto porque los materiales con los que están hechos son materiales ya sea de la descomposición de los estiércoles y de materia verde, pueden ser aplicados al suelo en concentraciones mayores, en el cuello de las plantas para favorecer el desarrollo radicular.

Este mismo autor señala, que los abonos orgánicos líquidos son ricos en nitrógeno amoniacal, hormonas, vitaminas, etc. Estas sustancias permiten regular el metabolismo vegetal, además pueden ser un buen complemento a la fertilización integral aplicada al suelo.

Según CIAT (1999), los abonos líquidos aumentan la producción de los cultivos, dan resistencia a las plantas contra el ataque de plagas y enfermedades permitiendo soportar las condiciones drásticas de sequías y heladas.

Las sustancias que se originan a partir de la fermentación, son muy ricas en energía libre indispensable para el metabolismo y perfecto equilibrio nutricional de la planta, esto es producto de la fermentación de un sustrato orgánico por medio de la actividad de los microorganismos vivos. Dentro de estos abonos existen dos tipos de abonos líquidos aquellos llamados biofertilizantes o purines y los efluentes, ambos producto de un proceso de fermentación mas o menos elaborado (Restrepo, 2000).

2.2.4.2 Bioabonos

Vela A., Carrión G. (s/a), menciona que los bioabonos son los residuos de la producción del biogás y esta consiste en una solución acuosa diluida y un lodo con sólidos en suspensión, el primero tiene, sustancias orgánicas solubles para su inmediato uso en todo tipo de plantas.

Los bioabonos contienen nutrientes tales como nitrógeno, fósforo y otros elementos que regulan el crecimiento y desarrollo de las plantas, la presencia de otros componentes como las vitaminas B₁, B₃, B₅ y B₆ que provee de bacterias nitrificantes, permiten una rápida degradación de los elementos del suelo, para favorecer una pronta absorción por las plantas.

Herbas (1997), indica que el bioabono es la materia prima ya fermentada, este es muy rico en nutrientes debido al proceso de fermentación que sufren el estiércol y restos de material vegetal en el digester, este abono esta exento de olores desagradables, es mas higiénico que el estiércol fresco ya que las bacterias y parásitos son eliminados y reducidos durante el proceso de fermentación anaerobia.

Este efluente en suspensión coloidal, contiene sustancias como fósforo, amoníaco, sales de potasio y sales inorgánicas que se aplica como fertilizante orgánico empleado en la agricultura, entre las propiedades de los bioabonos se puede indicar que:

- Añade materia orgánica al suelo, así como nutrientes como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, etc.
- El bioabono provee bacterias nitrificantes al suelo para que la planta absorba los elementos.

- Las plantas son nutridas de modo balanceado, para hacerlas mas vigorosas y rendidoras, también permite un mejor intercambio catiónico en el suelo proporcionando nutrientes a largo plazo (Candía, 1980 y Restrepo, 2001).

a) Fermentación anaerobia

Candía (1980), señala que la biodegradación anaeróbica implica la producción de energía mediante procesos microbiológicos, siendo un proceso continuo y estable, sin la presencia de oxígeno realizado por dos tipos de bacterias, las acidas y metanógenas, de esta digestión se obtiene fertilizantes orgánicos que contienen dos veces mas de nitrógeno que el mejor compuesto hecho al aire.

La digestión anaerobia es un proceso bioquímico complejo que tiene diferentes etapas en los cuales intervienen un grupo específico de microorganismos, todo esto se lleva a cabo en un digestor herméticamente cerrado y este proceso puede ser afectado si se presentan elementos tóxicos que inactivan a las bacterias.

Para Herbas (1997), el controlar la fase anaerobia de fermentación permite reducir la pérdida de materia orgánica y nitrógeno, rescatando una serie de poliamidas, aminoácidos y vitaminas como precursores del crecimiento, para los cultivos y este producto obtenido es un mejorador del suelo.

El proceso anaeróbico es el proceso mediante el cual las sustancias orgánicas provenientes de los desechos, son desintegrados en el agua por bacterias para producir la bioenergía que es el biogás y otros residuos que permiten el uso óptimo de la materia prima, este proceso involucra varios factores que influyen para obtener buenos resultados, entre estos tenemos: la temperatura (por la presencia de las bacterias que actúan en el proceso), el pH entre (6,5-7,5), agitación y tiempo de fermentación (FAO, 1986)

b) Biol.

Pomacosi (1994), indica que el biol es considerado como fitoestimulante, que al ser aplicado a la semilla o al follaje permite aumentar la cantidad de raíces y así aumentar la capacidad fotosintética de las plantas, mejorándose así la producción y la calidad de las cosechas.

Por su parte Medina (1990), señala que el biol es un efluente líquido que se descarga de un digestor luego de una fermentación, sin que este se emplee por vía foliar o riego directo al suelo, esto trae consigo un crecimiento notable en las plantas, en su sistema radicular, por efecto de los componentes que este presenta.

Suquilanda (1996), menciona al biol como fuente orgánica de fitorreguladores, y puede constituirse en una alternativa para los agricultores, en su búsqueda de mejorar los productos en términos de cantidad y calidad puesto que es una técnica de manejo sencillo y barato; el biol es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, sirviendo para aumentar y fortalecer la base radicular, amplía la base foliar, mejora la floración, activa el vigor y el poder germinativo de las semillas.

El biol o biofertilizante se obtiene a través del proceso de descomposición anaeróbica, logrando este propósito con los biodigestores desarrollados principalmente para la producción de energía y abono para las plantas, para enriquecer el biol y el contenido de fitorreguladores, mediante la adición de especies vegetales y estiércoles de diferentes animales (Sánchez, 2003).

c) Purín

Mezclando el estiércol y la orina de los animales se obtiene un purín rico en nitrógeno, microelementos que cumple la misma función que un abono foliar, así mismo tiene un alto contenido de aminoácidos que incrementa la actividad microbiana del suelo (Lampkin, 1999).

Para Sánchez (2003), el purín es un tipo de abono líquido obtenido de una mezcla de estiércol entre 20-25 y orina de 80-85 %, que puede ser aplicado al follaje de los cultivos, con una dilución de 3 litros de purín en 15 litros de agua, recomendándose su uso en época de crecimiento ya que la absorción en esta etapa es mayor.

El estiércol líquido o purín es un material difícil de manejar, pero su aplicación favorece a las plantas y al suelo, ya que la mitad del nitrógeno que este presenta está en forma de urea y el resto está en forma de proteínas, la primera que puede incorporarse lentamente al suelo, para la liberación del nitrógeno y el crecimiento de la planta o cultivos durante muchos meses.

d) Te de estiércol

El te de estiércol es una preparación que convierte el estiércol sólido en un abono líquido en este proceso, el estiércol suelta sus nutrientes al agua, y este se hace disponible para la planta, la preparación de este tipo de abono es de la siguiente forma: se llena un costal hasta la mitad, con cualquier tipo de estiércol, se amarra bien el costal con una cuerda, seguidamente se introduce, el costal a un recipiente con agua, tapando el mismo, dejándolo fermentar por un tiempo aproximado de 2 semanas. Para mejorar el te se puede adicionar plantas con efecto biocida como el cardo santo, ortiga, o también se puede adicionar leguminosas como la alfalfa *Medicago sativa*, este abono debe diluirse en 1 parte de abono y 5 partes de agua limpia (Suquilanda, 1996 y Sánchez, 2004).

2.2.5 Investigaciones realizadas sobre abonos líquidos y uso de Especies vegetales

Quispe (2003), evaluó diferentes abonos líquidos, utilizando para la preparación la: thola, tarwi silvestre, malva, kikuyo, reloj reloj, alfalfilla, atriplex, sewenca, kanapaku, alfalfa paico y cañahua silvestre, con la adición de estiércol ovino, en la fertilización de la cañahua, concluyendo que su aplicación no presentó diferencias significativas

para ninguno de los parámetros medidos, asumiéndose que las especies utilizadas para la preparación de los abonos no fueron las adecuadas, ya que para la preparación de bioabonos existen otras especies, como las leguminosas.

Villegas (2004), utilizó biofertilizantes, obtenidos mediante la fermentación anaeróbica y aeróbica, de especies vegetales como el itapallo, leucania y estiércol fresco de vaca, adicionando sal de dolomita, sulfato de cobre, sulfato de magnesio, sulfato de zinc, ácido bórico; para fertilizar posteriormente al cultivo de banano, obteniendo mayores rendimientos con el biol aeróbico, en una dosis de 5 litros del biol para 100 litros de solución.

La incorporación de diferentes abonos líquidos en el cultivo de la lechuga, el biol ejerció una influencia significativa en el rendimiento comercial de esta hortaliza, frente al resto de los abonos orgánicos utilizados como el te de estiércol y el purín, los que mostraron rendimientos menores, teniéndose un incremento de 39,60 t/ha y el testigo con 35,57 t/ha, respectivamente, (Cruz, 2004).

Cala (2004), en el ensayo sobre el efecto de distintas fuentes de materia orgánica líquida en el cultivo de tomate, señala que la utilización del abono en estado líquido, libera en el agua nutrientes que son más asimilables para la planta, entre los diferentes tratamientos estudiados el que logró un mayor rendimiento, resultado de la combinación de gallinaza líquida, mientras que la combinación de humus de lombriz, tuvo un menor rendimiento influyendo en el crecimiento de los frutos de tomate.

Para Quisbert (2004), la elaboración de abonos líquidos a partir de restos vegetales y estiércol de diversos animales, permite obtener abonos ricos en nutrientes que pueden ser utilizados ya sea en riego al sustrato, en aplicaciones foliares, a la semilla y la raíz, represento un parámetro para realizar el estudio de la fertilización orgánica del café en la fase de vivero, utilizándose diferentes dosis de fermento de estiércol y purín de ortiga fermentado, los cuales fueron aplicados directamente al sustrato de los plantines, obteniendo un incremento en el crecimiento respecto al testigo.

2.3 La Crotalaria

Esta especie fue utilizada para la elaboración del abono líquido: taxonómicamente pertenece a la:

División:	Traqueófitas
Subdivisión:	Angiospermas
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Rosales
Familia:	Leguminosa
Subfamilia:	Papiblonioidea
Genero:	Crotalaria
Especie:	<i>Crotalaria anagiroides</i>
Nombre común:	Q"ela

2.3.1 Características generales

En los Yungas esta leguminosa recibe el nombre vulgar de q"ela, se muestra en Anexo 2, es una planta arbustiva, erecta bien ramificada, de porte alta de 0,8-3 m, presenta raíz pivotante grande y es muy resistente a las temperaturas, es una especie tropical y subtropical útil como abono verde y cubierta verde, siendo una fuente enriquecedora del suelo con humus y nitrógeno, especialmente en suelos ácidos, el follaje usualmente contiene entre 0,5-1 % de nitrógeno incorporado al suelo, mejora su fertilidad (Gómez, 1986 y CIAT, 1998).

Goht (1982), menciona que de ella se puede obtener grandes cantidades de materia verde, y por no ser tóxico, el ganado bovino gusta de esta planta. La crotalaria posee tallos delgados de 1-7 cm de diámetro, inflorescencia terminal en racimo con flores amarillas, tiene un estandarte, dos alas y una quilla, sus hojas son alternas compuestas, trifoliadas que llegan a conformar una mata en la parte superior, formándose vainas semicurvadas de color castaño oscuro con 8 a 12 semillas en forma de riñón, se tiene en Anexo 3.

2.4 La Estevia

FUN - VIDAS (2002), señala que es una planta semiperenne subtropical (figura 1), esta planta contiene en sus hojas, propiedades edulcorantes naturales, no calóricas que previene la diabetes y evita el avance de este mal, de las hojas de estevia se obtiene el esteviosido que es 300 veces mas dulce que el azúcar, este comprende 6-18 % del contenido de la hoja.



Figura 1. Planta de estevia (*Stevia rebaudiana* Bert.)

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

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

2.4.1 Origen y Distribución.

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

El mismo autor menciona, que la estevia se encuentra distribuida entre los 22° a 26° de latitud sur y 54° a 57° de longitud oeste, los departamentos de Amambay, Concepción, San Pedro, Alto Paraná y Coaguzu están representados en la zona mencionada. Otros autores indican que la planta es originaria de las fronteras entre el Paraguay con el Brasil.

2.4.2 Clasificación taxonómica

Según Cronquist (1981), la estevia presenta la siguiente clasificación:

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Genero: Stevia

Especie: Rebaudiana

Nombre común: Stevia, hierba dulce

2.4.3 Características botánicas de la estevia

Quiroz (2001), indica que la raíz es perenne, filiforme y fibrosa que forma una abundantes cepas de 10 a 15 cm de longitud que apenas ramifican y no profundizan, que se distribuyen cerca de la superficie y las gruesas están en las zonas mas profundas.

Soejarto (1983), señala que las hojas son de forma lanceolada, elíptica u ovaladas (Anexo 5), con una disposición opuesta, o en verticilos alternos y su tamaño varia de 2 a 10 cm de longitud y de 1 a 3 cm de ancho, la flor, que se muestra en Anexo 6, es hermafrodita de poca apariencia, en capítulos pequeños terminales que están agrupados en panículas corimbosas, con 2 a 6 flores de 15 mm de longitud, y este numero puede ser abundante por planta.

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

FUN - VIDAS (2000), indica que el fruto es un aquenio, el cual se clasifica en tres tipos, de acuerdo a la fecundación siendo que el claro es estéril, el oscuro es fértil, el aquenio es alargado y delgado (2 a 3 cm), alrededor, tiene pelos persistentes plumosas en forma de paracaídas de 2 a 5 mm de largo lo que facilita la dispersión por el viento.

2.4.4 Clima y suelos

Sokaguchi (1982), menciona que la temperatura mas apropiada para el cultivo de estevia varia de 15 a 20 °C, con un limite inferior de -3 °C, soportando medias mínimas de 5 °C sin presentar mayores problemas.

La planta desarrolla mejor donde las estaciones de crecimiento son largas, con una intensidad de luz alta, temperatura moderada, riegos mínimos y sin periodos de larga sequía. Los fotoperiodos largos aumentan la longitud de los entrenudos, el área foliar, el peso seco y acelera la aparición de hojas, también aumenta el contenido de azucares, proteínas y steviosidos, este aumento es tanto en valores absolutos como relativos en días largos.

Díaz (2002), indica que se la puede cultivar en suelos muy variados, en terrenos no muy accidentados con un porcentaje de pendiente menor a 5%, respecto a la

temperatura esta se adapta a temperaturas menores a 20 °C, con una alta exigencia en humedad y de una manera continua, es decir se debe evitar la falta de agua en las diferentes etapas de su desarrollo, de ahí que la distribución de las precipitaciones pueden variar de 1400 a 1600 mm durante todo el año.

CORDEPAZ (1992), señala que esta planta tiene la capacidad de adaptación a diferentes tipos de suelos de buen drenaje con declive y una profundidad mayor a 50 cm, no tolera agua por varios días o prolongadas inundaciones y es moderadamente sensible a la salinidad, desarrollándose mejor en suelos con pH que oscilan de 5,5 a 7,5.

Encina (2002), asevera que el tipo de suelo esta de acuerdo a las características y exigencias del cultivo, en cuanto a la distribución de las raíces, las exigencias nutricionales, humedad y aireación. Por tanto los suelos ideales son aquellos que: presenten propiedades físicas, como una buena profundidad para la distribución de las raíces, así como un movimiento del agua, teniendo una permeabilidad, además de una textura ideal, teniendo los suelos llamados franco arcillosos o los arcillo arenosos.

El mismo autor indica que las propiedades químicas también son importantes, teniéndose en cuenta, que la planta de estevia presenta un buen desarrollo en niveles de pH que van de 5,5 a 6,5, respecto al nivel de nutrientes, la planta necesita suelos con un buen nivel de materia orgánica, pero no en cantidades altas ya que esto provoca problemas como la aparición de patógenos que actúan en contra de las raíces, y produce un exagerado desarrollo de los tallos ocasionando el acame de los mismos.

2.4.5 Propagación

Según Jordán (1984), se reproduce sexualmente, por aquenios, siendo que los sustratos con mejor resultado en la preparación de almaciguera, la tierra agrícola y

aserrín de madera en una relación de 3:1, teniendo en cuenta el ciclo biológico de 120 días posee tres épocas de cosecha.

Fortuna stevia del Paraguay (1989), señala que se puede propagar por semilla, preparando un almacigo en el cual se distribuye uniformemente luego esta se riega con abundante agua, de esta siembra la germinación puede ser de 40 - 45 % por lo que se tiene otras formas de reproducción.

En la reproducción asexual se tiene por separación de cepas, siendo usado para pequeñas plantaciones obteniéndose de 5 a 7 brotes, cada una con sus respectivas raíces; la multiplicación por hijuelos, consiste en separar los brotes y llevarlos a una almaciguera, para transplantarlos a una distancia de 10 cm entre hileras y 1 cm entre plantas, esto para facilitar el enraizamiento para luego transplantarlo a lugar definitivo, y por ultimo se tiene la reproducción por estaca que son pedazos de tallos terminales de 5 a 8 cm, los cuales se colocan en una almaciguera para que formen sus raíces en un lapso de 4 semanas y luego se lleva a terreno definitivo.

Villanueva (2004), indica que para la propagación de stevia, se emplean semillas y la propagación vegetativa en forma tradicional, pero la reproducción de semilla presenta bajo porcentaje de germinación, y al mismo tiempo no permite la producción homogénea de poblaciones, resultando una gran variabilidad de importantes factores como el nivel de edulcorante y su composición. Por otro lado la propagación vegetativa también es limitada por el bajo número de individuos que pueden ser obtenidos simultáneamente de una planta. Por estas razones el cultivo de tejidos representa una alternativa para la rápida propagación de plantas, con la misma calidad genética y productiva.

2.4.6 Transplante

Para el transplante se usan plántulas vigorosas que tengan de 3 a 4 hojas con 10 a 12 cm de altura, después que germinen o cuando puedan manejarse fácilmente,

pasando por un proceso de endurecimiento para que el cambio no sea tan brusco, el trasplante se lo realiza quitando los plantines del vivero lavando bien las raíces y desinfectando con fungicidas, distribuyéndolos en surcos o en hoyos debiendo existir un buen contacto de la raíz del brote con la tierra, observando que las raíces estén bien rectas en posición normal, por tal razón el surco u hoyo debe ser lo bastante profundo entre 10 a 15 cm , de acuerdo al tamaño de la raíz, luego debe regarse abundantemente, los brotes apenas deben sobresalir la superficie del suelo; es decir las plántulas prácticamente deben estar enterrados (Quiroz, 2001).

2.4.7 Fertilización

La estevia en su estado silvestre requiere mínima cantidad de nutrientes pero al ser domesticada y para realizar varias cosechas por año, requiere cantidades considerables de nutrientes por tanto se debe aplicar abonos o fertilizantes. En tierras fértiles o suelos recién desmontados con bastante materia orgánica, la fertilización parcial debe ser eliminada si no existe la suficiente materia orgánica debe aplicarse abono orgánico como el estiércol vacuno, por lo menos 30 a 40 días antes de la siembra, en la preparación del terreno de 3000 a 4000 kg/ha, es decir de 3 a 4 kg/m².

Respecto a los nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, tienen su mayor absorción durante el crecimiento de la planta principalmente en las hojas a los 90 días después de la siembra, en esa fase la planta absorbe cerca del 70 % de nitrógeno, 72 % de potasio y 67 % de fósforo, relativos a todo el ciclo de la planta (Sumida, 1997).

Por otra parte Montes (2000), indica que cuando el cultivo es orgánico o ecológico, no se recomienda utilizar abono químico de ninguna naturaleza, sino que se debe utilizarse abono orgánico, como el humus de lombriz, estiércol de aves desinfectado, a razón de 1 a 2 t/ha. La fertilización es importante, durante la siembra, desarrollo y

post cosecha, preferentemente después de cada corte, debiéndose aplicar abono orgánico y foliar para permitir el brote homogéneo de la planta.

2.4.8 Cosecha y post cosecha

Sumida (1997), señala que la cosecha debe realizarse antes de que los botones florales empiecen a abrirse, cuando las hojas presentan una mayor concentración de steviosido, para realizar el corte se utiliza tijeras de podar o machete, realizando un corte limpio evitando los desgarres y las magulladuras, por lo general el corte se lo realiza a una altura de 7 a 10 cm del suelo. Para evitar pérdidas se debe cosechar después de la evaporación del rocío.

Molinas (1984), citado por Apaza (2003), indica que después del corte, se llevan las ramas a secar, a un sitio sombreado bien ventilado y caliente para que el follaje pierda la humedad lo más rápido posible, evitándose las quemaduras externas que dañan el color, debiéndose obtener un color verde mate, nunca de color oscuro marrón.

El secado debe realizarse al aire libre y a pleno sol, en caso de que el tiempo no sea favorable se puede secar bajo techo por un tiempo de 3 a 5 días, pero de esta forma se llega a perder hasta un 36 % del contenido de steviosido, una vez secas las hojas se desprenden fácilmente de las ramas, ya sea golpeándolos contra algún objeto o con la mano.

Los extremos tiernos de las ramas presentan el problema en la remoción de hojas, ya que estos pueden quebrarse con la mano, alrededor de un 40 a 60% de la planta viene a ser tallo y rama por lo tanto mientras alta sea la cantidad de hojas respecto al tallo y ramas, mejor será el rendimiento. Luego del secado se procede a la limpieza quitando las ramas, hojas marchitas, etc., para almacenar las hojas en bolsas guardándolos en un lugar seguro.

3. LOCALIZACIÓN

3.1 Ubicación geográfica

El trabajo se realizó en la Estación Experimental de Coroico, dependiente del Servicio Departamental de agricultura, ubicado en la comunidad de San Pedro de la Loma, tal como se muestra en la figura 2; se ubica a 115 km. de la ciudad de La Paz y a 10 km. de la localidad de Coroico.

Geográficamente se encuentra situada a 16° 63' de latitud sur y 67° 47' de longitud oeste, a una altura de 1680 m.

3.1.1 Fisiografía

En los Yungas se reconoce generalmente 3 fajas altitudinales, la ceja de montaña ubicada entre 3500 a 2500 m, esta zona se caracteriza por la neblina y por las nubes que se encuentran de forma permanente, también se tiene la zona de los Yungas propiamente dicha situada entre 2500 a 1300 m, por último se tiene el pie de monte a 1500 a 1000 m de altura (Montes de Oca, 1999).

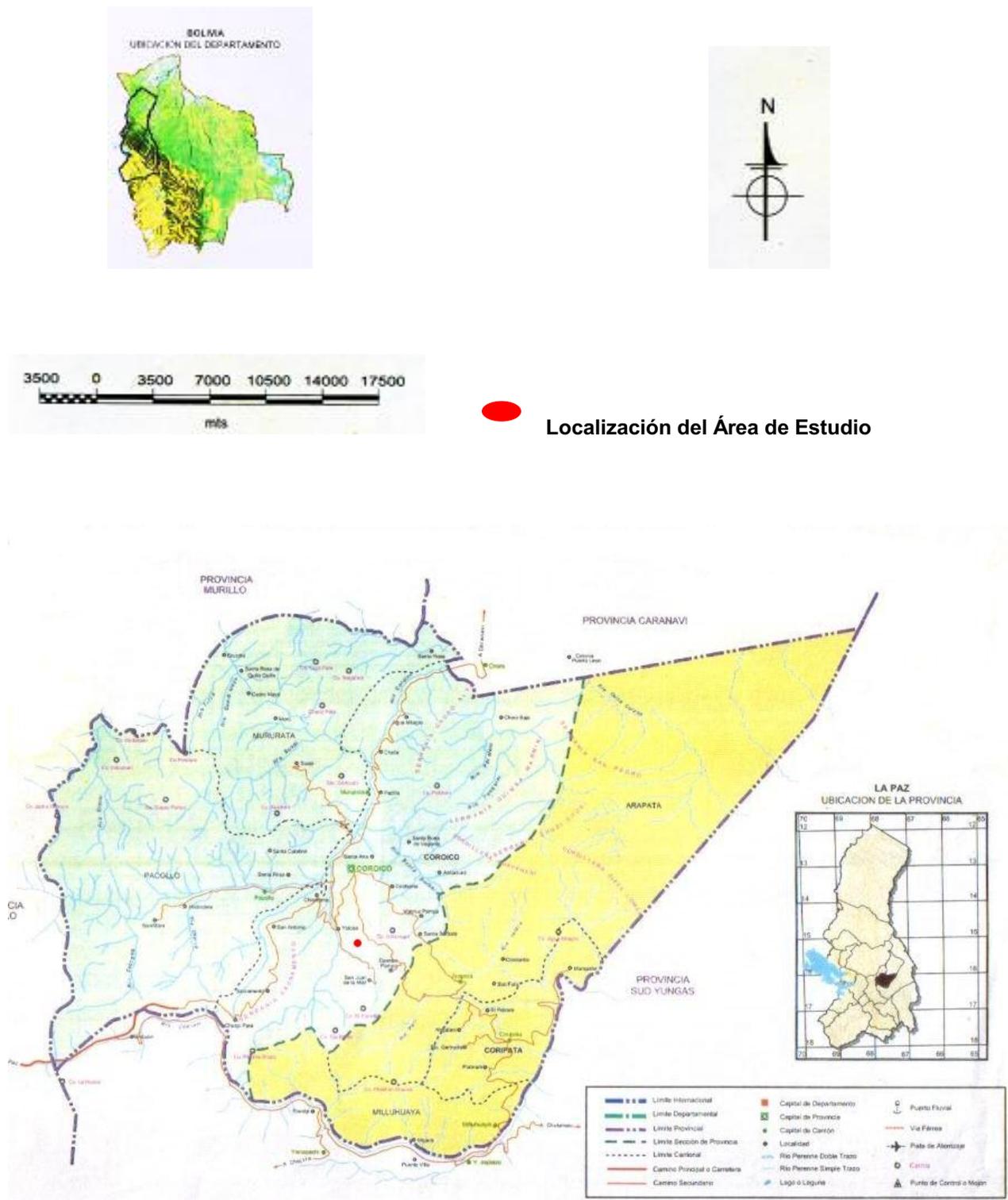
3.1.2 Clima

El clima de la localidad de Coroico de acuerdo a Montes de Oca (1999), pertenece a la categoría de bosque húmedo subtropical, siendo cálido, con una temperatura promedio anual de 25 °C y un promedio de precipitación anual de 1500 mm, teniéndose el periodo lluvioso en la estación de verano y un periodo seco en invierno.

3.1.3 Suelo

Según Montes de Oca (1999), los suelos de la zona tienen pendientes de 10 - 40% y son suelos poco profundos de color pardo con una textura franco arcilloso en el subsuelo con una ligera acidez.

Figura 2. Localización de Coroico, Provincia Nor Yungas, Departamento de La Paz



FUENTE: INE (1999)

El campo experimental se ubico en terrazas las cuales, tienen suelos con una textura limo arcilloso, con un bajo contenido de materia orgánica.

3.1.4 Fauna y vegetación

El municipio tiene plantaciones de café (*Coffea arabica*) y coca (*Erytroxylum coca*) en mayores superficies y en una menor proporción cultivos de banano (*Musa sp*), yuca (*Manihot sculenta*), gualusa (*Xanthosoma sagitifolia*) y hortalizas, así mismo existen especies como la quina (*Chinchona sp*), sábila (*Aloe vera*), eucalipto (*Eucalyptus sp*), helecho, kila kila, mático (*Piper angustifolia*), bálsamo, yara, laurel, cedrón (*Lippia citriodora*), ruda (*Ruta sp*), ajeno (*Artemisia absinthium*), crotalaria (*Crotalaria sp*), guayaba (*Myrtus guayaba*) y otros.

Entre sus recursos en fauna, son propios de la región el oso perezoso, puma, tejon, leopardo, venado, sari, jochi, armadillo, jabalí, ardilla, etc. (Morales, 1996).

4. MATERIALES Y METODOS

4.1.1 Material orgánico

Para la elaboración de los abonos líquidos se utilizó la crotalaria (*Crotalaria anagiroides*) y gallinaza semidescompuesta.

4.1.2 Material de campo

Se utilizaron:

- recipientes plásticos
- bolsas
- nylon
- flexómetro
- balde
- batán
- mochila aspersora
- machete
- estacas
- balanza analítica
- calibrador vernier
- picos
- chontas
- azadón
- palas
- bidones

4.1.3 Material biológico

Para realizar el trabajo se utilizó plántulas de estevia (*Stevia rebaudiana* Bert), los cuales fueron proporcionados por Don Patricio Silva, agricultor de San Pedro de la Loma.

4.2 Metodología

4.2.1 Diseño experimental

Para este ensayo se estableció el diseño de bloques completamente al azar, con cuatro repeticiones propuesto por calzada (1982).

4.2.2 Modelo lineal aditivo

El trabajo fue planificado y realizado de acuerdo al siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Una observación cualquiera

μ = Media poblacional

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

β_j = Efecto del j-ésimo bloque

ϵ_{ij} = Error experimental

4.2.3 Tratamientos

T_1 = testigo

T_2 = 20 litros de agua; 1,5 kg de crotalaria y 1 kg de gallinaza.

T_3 = 20 litros de agua; 3,0 kg de crotalaria y 1 kg de gallinaza.

T_4 = 20 litros de agua; 4,5 kg de crotalaria y 1 kg de gallinaza

4.2.4 Croquis del campo experimental

El campo experimental se distribuyo como lo muestra la figura 3

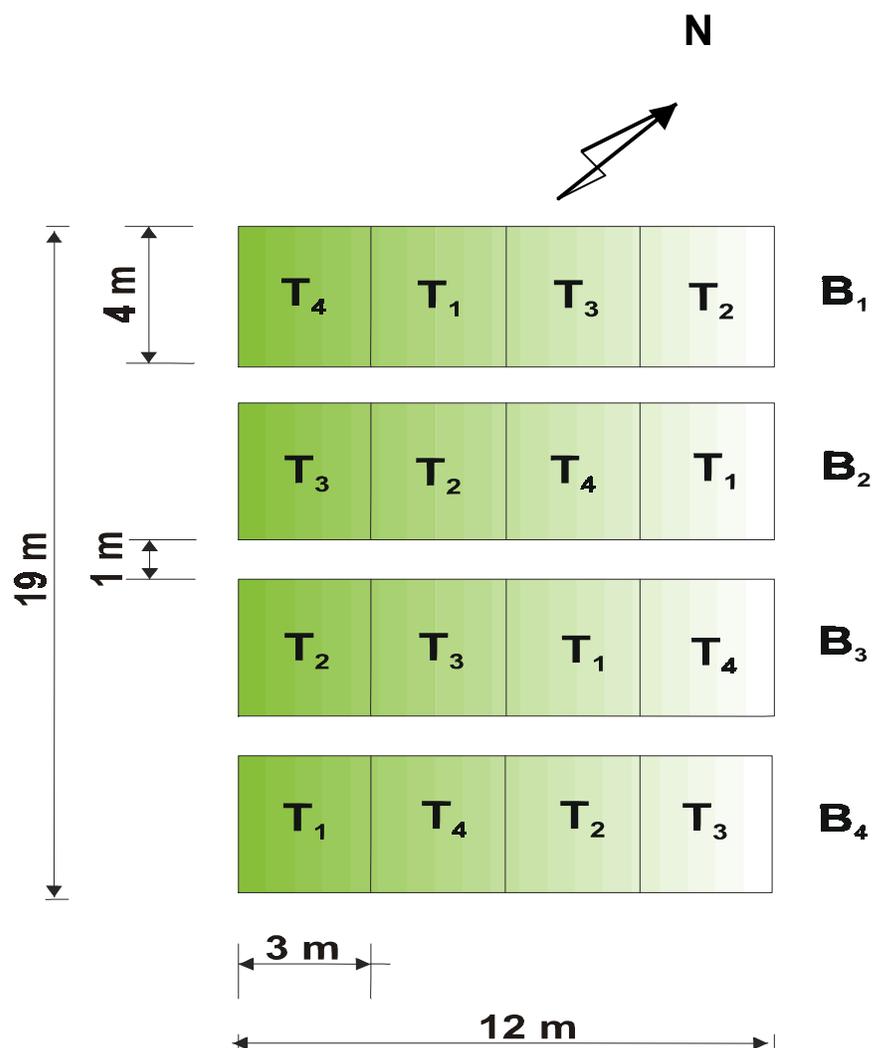


Figura. 3 Croquis del campo experimental

4.3 Recolección del material orgánico

La especie utilizada (*Crotalaria anagiroides*) para la elaboración de los abonos, es nativa de la región y fue recogida antes y durante el periodo de la floración, esto por ser la época en que el follaje realiza su máxima función fotosintética, aportando una mayor cantidad de nitrógeno a la planta. La recolección de la planta se realizó manualmente, quitando solo las hojas, que se colocaron en bolsas de nylon, esto para evitar la pérdida de sus componentes nutritivos por efecto de la volatilización.

4.3.1 Peso del material vegetal y gallinaza

Después de la recolección del material vegetal, se procedió al pesaje del mismo, obteniéndose diferentes pesos para la preparación de los abonos líquidos, posteriormente se peso el material orgánico (gallinaza), teniéndose un solo peso para cada uno de los abonos, se opto por la gallinaza porque esta proporciona una variada cantidad de elementos minerales, las cuales pudieran ser aprovechadas por las plantas de estevia.

4.3.2 Machacado de la muestra

Luego de realizar el pesaje de la especie vegetal recolectada, se procedió a machacar las hojas de la misma en un batan, esto para aumentar el grado de disolución de los nutrientes que pudiera contener la crotalaria, tal como se muestra en la figura 4.



Figura 4. Machacado del material vegetal (*Crotalaria anagyroides*)

4.3.3 Preparación del abono orgánico

Para la preparación de los abonos líquidos se utilizaron 3 recipientes plásticos, en cada una de ellas se introdujo la Crotalaria, en las cantidades de 1; 3,0; 4,5 Kg.

respectivamente, posteriormente se adicionó 1 Kg. de gallinaza semi - descompuesta y 20 litros de agua a cada recipiente. Para evitar la presencia de agentes perjudiciales se cerró los recipientes y seguidamente se agitaron estos con el propósito de homogenizar las mezclas.

El tiempo de fermentación de los abonos líquidos fue aproximadamente de 30 días a temperatura ambiente, durante este proceso se pudo observar un incremento del volumen de los recipientes, esto debido a la acumulación de gases, como el CO₂ y el CH₄, que se presentan por la actividad microbiana debido al proceso de descomposición del material vegetal y del estiércol, para eliminar estos gases se destaparon los recipientes cada cierto tiempo.

4.4 Fase de campo

4.4.1 Ubicación y limpieza del terreno

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

4.4.2 Preparación de la almaciguera

Las almacigueras que se muestran en la figura 5 se ubicaron cerca del lugar definitivo para la plantación cuyas dimensiones fueron de 3x1x0,20 m, estas se rellenaron con sustrato preparado a una relación de: 45 % de tierra común, 25 % de tierra negra, 10 % de arena y 20 % de turba, también se adiciono 0,30 kg de cal y 1 kg de ceniza, posteriormente esta mezcla fue desinfectada con Tricodam.



Figura 5. Almacigueras preparadas para la reproducción de plántulas de estevia

4.4.3 Propagación de las plántulas de estevia.

Para obtener las plántulas, se consiguieron plantas madres, que se indica en la figura 6, de las cuales se tomaron las raíces con un pedazo de tallo, estos a su vez se dividieron y se sembraron en el almacigo, seguidamente se procedió a regar, realizando el riego 2 veces al día durante 7 días, hasta que se observó la aparición de las plántulas. Para proteger a las mismas de la luz solar se construyó una semi sombra a base de chusi que es una especie del lugar.



Figura 6. Planta madre de estevia para la propagación vegetativa

4.4.4 Obtención de las plántulas

De la separación de cepas se obtuvo un promedio de 7 plántulas por planta, las cuales se separaron y transplantaron nuevamente en almácigo para que las mismas desarrollen raíces propias y puedan ser finalmente transplantadas al lugar definitivo tal como se observa en la figura 7.



Figura 7. Plántulas de estevia para ser transplantadas al lugar definitivo.

4.4.5 Preparación del terreno a transplantar

La remoción del terreno fue con labranza mínima, es decir solo se hicieron hoyos para luego realizar en ellos el transplante, los rastrojos de hierbas dejados alrededor de los hoyos ayudaron a mantener la humedad del suelo.

4.4.6 Distribución de las unidades experimentales

La distribución de las unidades experimentales se realizó de acuerdo al diseño de bloques completamente al azar; para delimitar cada una de las unidades experimentales se utilizó una cinta métrica, estacas de madera y una lienza.

4.4.7 Abonado

Una vez realizada la demarcación del campo experimental, con las unidades respectivas, se procedió a la incorporación de gallinaza semi descompuesta, en una cantidad aproximada de 4,5 gramos por cada hoyo, esta aplicación se hizo 10 días antes de realizar el transplante.

4.4.8 Transplante

El transplante se lo realizó 38 días después del rebrote de las plántulas, para esto se procedió a retirar las plántulas del almacigo cada una con raíces bien definidas. En el momento del transplante, para asegurar un alto porcentaje de plantas, se tomaron las plántulas con pan de tierra, teniendo cuidado con las raíces, al cubrir las mismas con la tierra se presiono alrededor de la planta para evitar la presencia de bolsones de aire, una vez concluido con el transplante se regó con abundante agua (Figura 8).



Figura 8. Transplante de plántulas de estevia a lugar definitivo

Las distancias tomadas para el transplante fueron: entre líneas de 0,50 m y 0,37 m entre plantas, optándose por estos espaciamientos con el fin de favorecer el desarrollo del follaje.

4.4.9 Labores culturales

Durante el desarrollo del cultivo se realizaron las siguientes labores:

Deshierbe: durante el desarrollo del cultivo, se realizó el deshierbe en tres oportunidades, práctica que se efectuó con el fin de evitar la competencia de nutrientes, agua y luz entre las hierbas y el cultivo.

Riego: durante el almácigado el riego se aplicó 2 veces al día y una vez establecido el cultivo en el lugar definitivo, el riego se efectuó solo cuando se realizaba la fertilización con el abono líquido

Fertilización: para realizar la fertilización, se tomó una relación de abono líquido de 1:5, es decir 1 litro de abono líquido para 5 litros de agua, esta relación se usó de acuerdo a lo mencionado por (Sánchez, 2004), quien señala que para la aplicación de abonos líquidos al suelo puede utilizarse disoluciones de una parte de abono con 4-6 partes de agua fresca y este luego se aplica al suelo alrededor de las plantas.

Para la preparación de los diferentes tratamientos, primero se obtuvo 1 litro de abono líquido el cual se tamizó y se mezcló en un balde con 5 litros de agua, para homogenizar los nutrientes presentes en la solución se procedió a agitar la misma, este proceso se repitió para cada uno de los tratamientos. La aplicación de los abonos líquidos se realizó después del trasplante hasta la fase de la prefloración, la fertilización aplicada en la fase vegetativa se debió a que en esta etapa el proceso de absorción es más eficiente

La primera fertilización con biol, en los tres tratamientos, se efectuó después de 38 días, luego del rebrote con intervalos de 2 semanas para cada aplicación. Durante el desarrollo del cultivo se hicieron 7 aplicaciones, siendo el tiempo de fermentación de cada uno de los abonos líquidos de 1 mes.

La aplicación del fertilizante líquido se realizó en horas de la mañana, en la superficie del suelo alrededor de cada planta, esto después de realizar un buen riego en el cultivo con el fin de que el abono sea aprovechado directamente por la planta.

Control de plagas: Durante el desarrollo del cultivo se presentó la *Alternaria steviae*, esta enfermedad provoca principalmente manchas en las hojas inferiores, lo cual representa una disminución en el rendimiento. La incidencia de este hongo fue menor por lo cual se realizó un control manual, quitando las hojas dañadas.

4.4.10 Cosecha

La cosecha se lo realizó, cuando los primeros botones florales empezaron a abrirse, el corte de las plantas se lo realizó a una altura de 5 cm del cuello de las plantas, esta práctica se lo efectuó durante la mañana, luego de que el rocío desaparecía, esto para evitar que las hojas sufran daños.

4.4.11 Post-cosecha

Secado: una vez cosechado las hojas, se las extendió sobre el piso de cemento, formando una capa rala, como se muestra en la figura 9, para que las hojas queden expuestas a los rayos del sol y para obtener un secado uniforme se removió varias veces.



Figura 9. Secado de hojas de estevia

Limpieza: después de realizar el secado de las hojas se verificó que no presentaran ningún material adherido.

Almacenado: las hojas secas se los depositaron dentro de bolsas plásticas, separadas por tratamientos, esto para realizar el respectivo pesaje en una balanza.

4.5 Variables de respuesta

Para determinar la influencia de la fertilización líquida, en el cultivo, se evaluaron las variables:

4.5.1 Peso de materia fresca (g)

Después del corte se peso inmediatamente cada una de las plantas muestras en una balanza.

4.5.2 Peso de materia seca (g)

Esta variable se evaluó una vez que las plantas de estevia cortadas estaban secas, estas fueron pesadas.

4.5.3 Peso de la hoja seca (g)

Este parámetro se evaluó, realizando el pesaje de las hojas secas de cada una de las plantas muestreadas para cada tratamiento obteniéndose al final un promedio del peso, esto con la ayuda de una balanza analítica.

4.5.4 Altura de planta (cm)

La altura de planta se midió desde la base del suelo, hasta la parte mas alta de la misma, para esto se muestrearon 7 plantas al azar de cada unidad experimental para obtener un promedio

4.5.5 Número de hojas (N°)

El número de hojas fue determinado, realizando el conteo de las mismas, tomando solo las plantas muestreadas.

4.5.6 Número de ramificaciones (N°)

En cada una de las unidades experimentales, se contabilizo el número de ramas formadas por las plantas muestreadas.

4.5.7 Diámetro de tallo (cm)

Medida tomada a una altura de 10 cm de la base del suelo, esto con la ayuda de un calibrador vernier.

4.5.8 Área foliar (cm²)

Para determinar el área foliar se utilizó la formula citada por Morales (1992), para lo cual se obtuvieron muestras cuadradas de 1 cm² de hoja, tomándose 3 muestras por

planta, estas muestras se pesaron teniéndose (ms), estos mismos cuadrados se sumaron, expresando esto en cm^2 , siendo esto (ad), finalmente se peso el total de las hojas muestreadas, teniéndose (MS). Así que el área foliar se calcula a partir de la formula:

$$AF = MS * ad / ms$$

Donde:

AF = Área Foliar (cm^2)

MS= Peso total de las muestras (g)

ad = Total del área en cm^2

ms = peso de cada una de las muestras (g)

4.5.9 Relación Beneficio/costo

La determinación de esta relación se lo realizó de acuerdo a las recomendaciones del CIMMYT (1988), teniendo en cuenta que este es un indicador de la perdida ó la ganancia por unidad monetaria invertida, que se estima dividiendo el ingreso bruto entre el costo total.

Si la relación es mayor a 1 se considera que existe un apropiado beneficio, si es igual a 1 los beneficios son iguales a los costos de producción y no es rentable si los valores son menores a 1 indica una perdida y la actividad no es productiva.

Relación Beneficio Costo = B/C

Donde:

B = Beneficio

C = Costo de producción

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Factores que influyen en el desarrollo de la estevia

5.1.1 Condiciones climáticas

Las condiciones climáticas durante la realización del ensayo proporcionados por el SENAMHI 2004, se detallan en el cuadro 2. Estos datos corresponden a 6 meses del trabajo de campo (almacigo - cosecha).

Cuadro 2. Datos meteorológicos de los meses de investigación

Año	Meses	Temperatura			Precipitación (mm)	HR (%)
		Max.	Min.	Media		
2004	Abril	20,34	13,93	17,45	217,30	78,44
	Mayo	22,58	14,45	18,50	170,70	78,00
	Junio	13,70	10,21	11,68	69,70	76,95
	Julio	17,70	9,24	13,02	56,29	53,95
	Agosto	18,26	9,83	13,57	130,20	64,30
	Septiembre	16,51	9,42	14,96	145,00	46,58

Fuente: SENAMHI (2004)

5.1.2 Temperatura

Las temperaturas máximas, medias y mínimas registradas durante el desarrollo del cultivo de estevia fueron de 22,58 ° C, como máximo en el mes de mayo, una temperatura mínima de 9,24 ° C en el mes de julio y la temperatura media de abril a septiembre fue de 14,86 °C.

Estas temperaturas se encuentran dentro de los parámetros mencionados por Quiroz (2000), el cual menciona que el cultivo requiere de temperaturas que oscilan desde 15 a 28 °C, soportando medias mínimas de 5 °C para su desarrollo.

5.1.3 Precipitación y humedad relativa

En la figura 9, se observa que la precipitación pluvial total registrada durante los meses de abril a septiembre de la gestión 2004, fue de 790,25 mm, donde se

observa también que en el mes de abril se registro la máxima precipitación con 217,30 mm y la menor precipitación en el mes de julio con 56,29 mm y con una humedad relativa promedio de 64,75%.

De acuerdo con estos datos la precipitación registrada se encuentra dentro de lo recomendado por CEFODCA (2001), que señala que la precipitación requerida para el buen desarrollo del cultivo debe ser de 1200 – 1800 mm, distribuidos durante todo el año, respecto a la humedad la planta puede soportar una humedad alta, pero no las sequías.

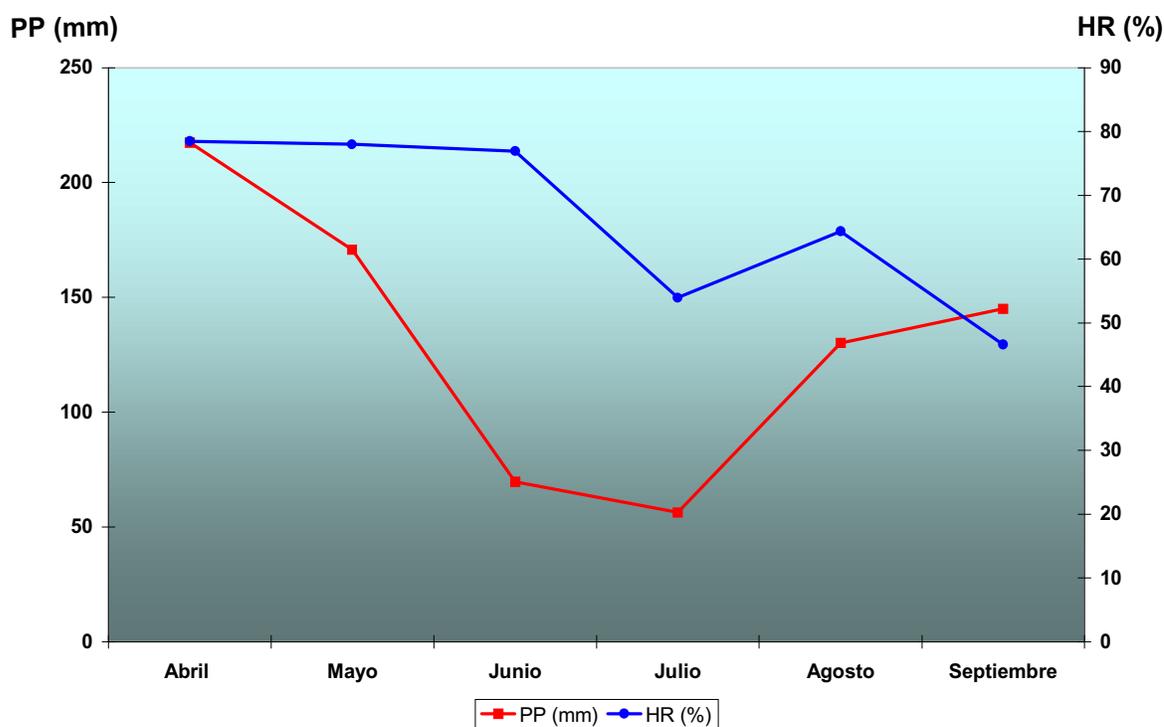


Figura 10. Precipitación y humedad relativa registrada durante el ensayo

5.2 Análisis de suelo

Los resultados obtenidos del análisis de suelo, que se muestra en Anexo 1, por el instituto Boliviano de Tecnología Nuclear (IBTEN), indican que de acuerdo a la

proporción de las fracciones minerales de arena (12,47%), arcilla (41%) y limo (47%), el suelo corresponde a la clase textural franco arcillo limoso.

De acuerdo a este dato, Molinas (1987), señala que casi todos los suelos son apropiados para el cultivo de estevia, sin embargo estos deben tener una buena permeabilidad, siendo los más recomendables los suelos con una textura arcillo arenoso.

La cantidad de nitrógeno total que presento el suelo fue de 0,24%, con presencia de materia orgánica de 2,55%, fósforo asimilable de 38,03 ppm, potasio con 0,48 meq/gr y un pH de 5,51.

Al respecto Chilón (1997), indica que una cantidad de nitrógeno mayor al 0,2% se encuentra en niveles altos, lo cual puede favorecer al suelo y al desarrollo del cultivo, respecto a la materia orgánica este autor señala que cantidades que varían de 2 a 4%, se consideran como suelos con contenido medio de materia orgánica.

El mismo autor señala que cantidades mayores a 19 ppm de fósforo son considerados como suelos con un alto contenido de este elemento, al igual el contenido de potasio fue medio, el pH de 5,51 se encuentra dentro del rango para el crecimiento de la planta que varía de 5-7,4; finalmente la conductividad eléctrica fue de 0,069 mmhos/cm³, lo que nos indica que no existen problemas con sales.

5.3 Análisis químico de los abonos líquidos

La composición química de los diferentes abonos líquidos presenta variaciones tal como se muestra en el Anexo 7, dicha variación se debe principalmente a las diferentes cantidades de crotalaria (*Crotalaria anagyroides*), y la mezcla del material orgánico, lo cual influye directamente en la composición de los abonos.

En el análisis se puede observar que la CE (conductividad eléctrica), varía de 5,87 a 11,68 MS/cm., estos valores indican indirectamente que los abonos no contienen una elevada cantidad de sales.

Por otro lado la aplicación de los abonos bajo estas concentraciones no afecta directamente a la producción (Chilón 1997). El mismo autor, señala que niveles de 5 a 8,5 de pH son considerados normales, de acuerdo a estos valores el pH de los abonos líquidos se encuentra dentro de estos rangos, teniéndose con una variación de 5,7 a 6,65.

Asimismo en el Anexo 7, se observa que el porcentaje de nitrógeno total es de 0,10 a 0,20 %, fósforo de 0,04 a 0,05 % y potasio de 0,09 a 0,12 %, estos valores pudieron ser influenciados por las distintas cantidades de crotalaria (*Crotalaria anagiroydes*), la cual varía de acuerdo a cada tratamiento, observándose un incremento del contenido de nitrógeno total a medida que la cantidad de esta leguminosa va aumentando. De acuerdo con esto Villaroel (2001), señala que la presencia de los elementos primordiales (N, P, K) está de acuerdo a las especies utilizadas para elaborar abonos líquidos por ejemplo las leguminosas aportan una importante cantidad de nitrógeno.

5.4 Evaluación estadística de los componentes del rendimiento

5.4.1 Peso de materia fresca (g)

El cuadro 3, del análisis de varianza muestra el peso de materia fresca de la planta, donde podemos observar que existen diferencias significativas entre los bloques y entre los tratamientos.

Cuadro 3. Análisis de varianza de materia fresca/planta (g)

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Bloques	3	1680,632	56,210	1,51	0,8781 *
Tratamientos	3	7950,912	2650,30	7,13	0,0094 **
Error	9	3346,612			
Total	15				

Coefficiente de variación: 11,78%

* Significativo

** Altamente significativo

En la prueba de Duncan, podemos ver que los tratamientos T₄ y T₃ son similares estadísticamente y significativamente superiores en peso de materia fresca con 197,70 y 169,35 g, respecto al tratamiento T₂ y al testigo, los cuales a su vez presentan similitudes en el peso de materia fresca con 148,28 y 141,43 g respectivamente como se muestra en la figura 11.

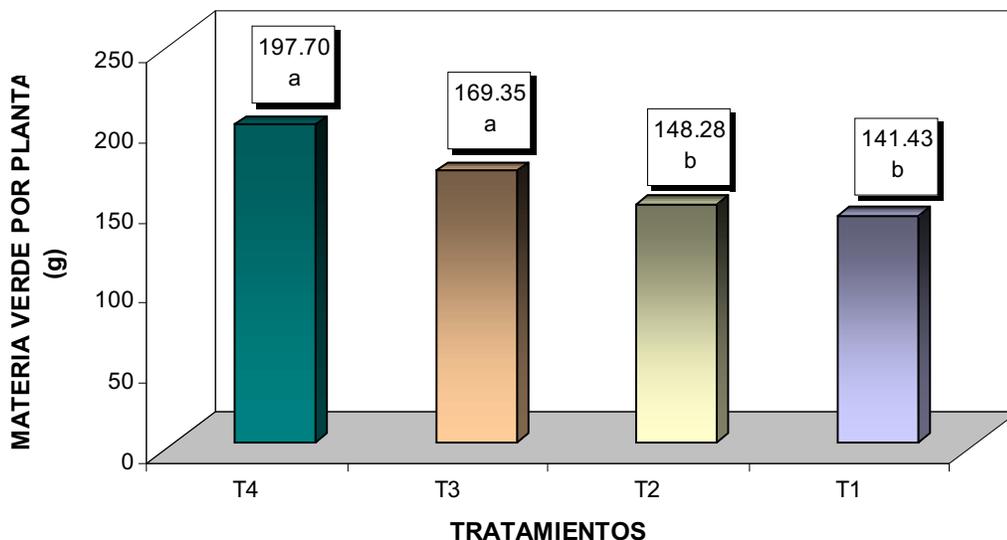


Figura 11. Prueba de Duncan al 5% para peso de materia fresca/planta

Los mayores valores obtenidos en peso de materia fresca por los tratamientos T₄ y T₃ se atribuyen a la aplicación de los abonos líquidos, esto debido al incremento de la concentración de la crotalaria la cuál al ser una leguminosa es una fuente importante de elementos tales como el nitrógeno que favorecen al desarrollo de la planta.

Estos resultados concuerdan con Paja (2000), quien señala que en el estudio realizado con la aplicación de diferentes niveles de materia orgánica, incrementaron los pesos de materia fresca en la estevia.

Al respecto Chilón (1997), indica que los diferentes fertilizantes orgánicos además de aportar un buen nivel de materia orgánica, también proporcionan altos niveles de los nutrientes fundamentales para que los cultivos los aprovechen y así incrementen sus rendimientos.

Además podemos señalar que las variaciones en el peso se deben al incremento de los diferentes nutrientes como el nitrógeno, al cual se le atribuye el mayor desarrollo de la planta y por consecuencia se da un aumento en el rendimiento de los cultivos, tal como lo señala Sumida (1997), quien indica que este elemento incide en el crecimiento y aumento en el peso de las plantas.

5.4.2 Peso de hoja seca por planta (g)

El cuadro 4, del análisis de varianza para el peso de hoja seca, muestra diferencias significativas tanto para bloques como para los diferentes tratamientos para una probabilidad del 5%. El coeficiente de variación fue de 7,08% el cual se encuentra dentro del rango aceptable.

Cuadro 4. Análisis de varianza para peso de hoja seca/planta (g)

FV	GL	SC	CM	Fc.	PR > F
Bloques	3	8,858	2,288	5,81	0,0150 *
Tratamientos	3	69,742	23,247	57,08	0,0001 **
Error	9	3,668			
Total	15				

Coeficiente de variación: 7,08% * Significativo ** Altamente significativo

A través de la prueba de Duncan a un nivel de probabilidad del 5%, podemos observar que existen diferencias significativas, entre los promedios de los diferentes tratamientos, pudiéndose apreciar claramente que el tratamiento T₄ con un promedio de 11,32 g por planta presenta diferencias significativas respecto al tratamiento T₃, el cual tiene un promedio de 9,72 g, seguido por el tratamiento T₂ con un promedio de 8,52 g por planta y por último el tratamiento T₁ registra un valor significativamente inferior con respecto a los demás tratamientos con 6,14 g por planta tal como se muestra en la figura 12.

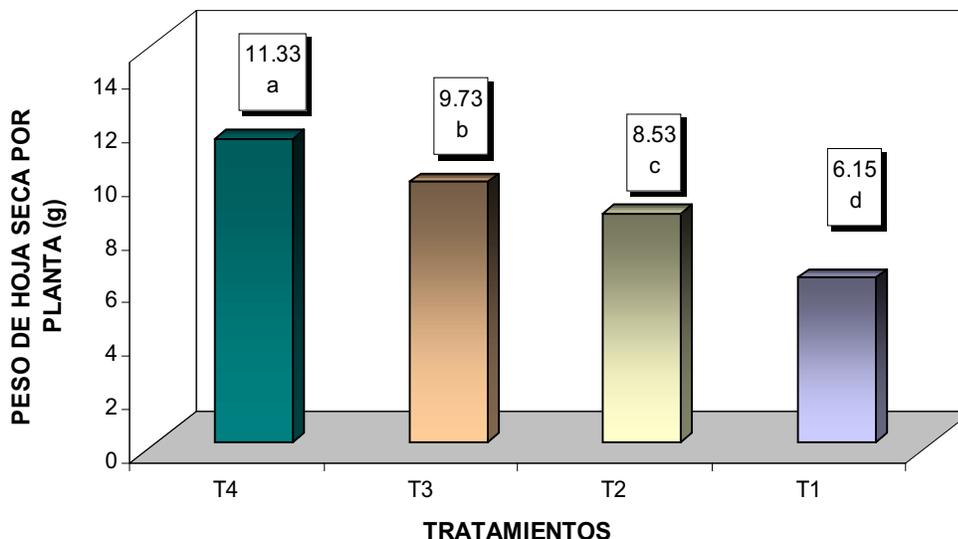


Figura 12. Prueba de Duncan al 5% para el peso de hoja seca por planta

De acuerdo a resultados obtenidos en el peso de hoja, estos datos fueron relacionados en Kg/ha con el fin de mostrar el rendimiento que se obtuvo con los diferentes tratamientos siendo así que los rendimientos presentados por los tratamientos fueron: T₄ con 622,6 Kg/ha, T₃ con 535,15 Kg/ha, T₂ con 469,15 Kg/ha y T₁ con 338,25 Kg/ha.

De acuerdo con estos resultados podemos señalar, que los mayores rendimientos obtenidos están directamente relacionados con las condiciones ambientales (temperatura, precipitación pluvial, humedad) y por el efecto de la fertilización, debido al aporte de los elementos esenciales para el desarrollo de la planta como el nitrógeno el cuál constituye del 1 al 4 % de materia seca de la planta al igual que el potasio, y en un porcentaje menor se encuentran otros elementos como ser el fósforo magnesio, azufre, etc., estos elementos representan a su vez una parte esencial para el crecimiento de las plantas y de este modo se puede deducir que la presencia de los mismos incrementan el rendimiento del cultivo.

Al respecto de la fertilización, Sumida (1997), sostiene que el suministro del nitrógeno aumenta el crecimiento aéreo de la planta, de igual forma el fósforo permite el uso óptimo de los fertilizantes por tanto esto tiene una secuencia lógica, que los resultados guardan relación con la altura de planta, área foliar, número de ramas,

etc. El mismo autor, también indica que a medida que el contenido de los nutrientes en los abonos aumenta, también tiende a aumentar el peso de hojas.

Según Tisdale mencionado por Apaza (2003), indica que la absorción fosfatada, nitrogenada y la aplicación de potasio incrementan el peso seco de la hoja, número de hojas y el área foliar de la planta.

5.4.3 Peso de materia seca por planta (g)

En el cuadro 5, se observa el análisis de varianza (ANVA), para el peso de materia seca por planta, donde se tiene diferencias significativas entre bloques y tratamientos con un coeficiente de varianza de 10,19%.

Cuadro 5. Análisis de varianza para materia seca/planta

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > Fc
Bloques	3	6,452	2,150	0,78	0,53
Tratamientos	3	244,76	81,587	29,47	0,0001 **
Error	9	24,912			
Total	15				

Coeficiente de variación: 10,19% * Significativo ** Altamente significativo

En la prueba de Duncan se puede observar que el tratamiento T₄ presenta diferencias significativas respecto al testigo T₁ = 11,62 con 22,45 g de materia seca por planta, en tanto que los tratamientos T₃ y T₂ presentan valores similares entre si con 16,26 y 15,04 g de materia seca por planta respectivamente como se observa en la figura 13.

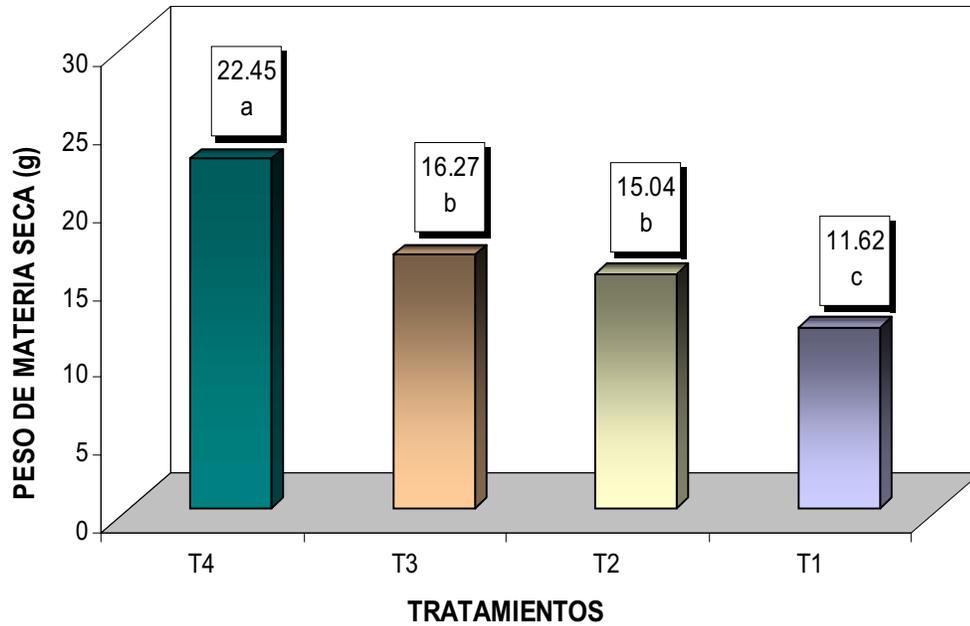


Figura 13. Prueba de Duncan para peso de materia seca por planta

De acuerdo a estos resultados, las diferencias pueden estar influenciadas por la aplicación de los abonos, los cuales presentan variaciones con el contenido de sus nutrientes, otros factores que deben ser tomados en cuenta para esta variable son el diámetro de tallo, altura de plantas, número de hojas, los cuales varían de acuerdo con los diferentes tratamientos, y por lo tanto influyeron directamente en el peso seco de la planta.

Respecto a estos resultados la FAO (1986), indica que la aplicación de fertilizantes aumenta el rendimiento de los cultivos, ya que las plantas pueden crecer si existen elementos nutritivos disponibles en el suelo.

Por su parte Sakaguchi (1982), menciona que el elemento nitrógeno incrementa el crecimiento, número de hojas, y también aumenta el porcentaje de peso en los tallos, la presencia del potasio aumenta el peso de hoja seca, esto explica que los pesos obtenidos presentan una variación de los diferentes tratamientos.

5.4.4 Altura de planta

El cuadro 6, muestra el análisis de varianza para la altura de planta donde se observa una respuesta no significativa entre los diferentes tratamientos. Lo cual significa que los abonos aplicados no influyeron en el desarrollo de la variable altura de planta, existiendo una cierta homogeneidad entre cada uno de los tratamientos.

Cuadro 6. Análisis de varianza para la variable altura de planta (cm)

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Bloques	3	158,37	55,45	7,44	0,0083 *
Tratamientos	3	45,001	15,00	2,01	0,1828 ns
Error	9	67,100	7,456	4,73	0,0181
Total	15				

Coefficiente de variación: 6,57%

La prueba múltiple de clasificación de medias Duncan muestra que cada uno de los tratamientos son estadísticamente similares, también se puede indicar que la altura presentada por el testigo con respecto a los demás tratamientos fue numéricamente menor con 38,715 cm.

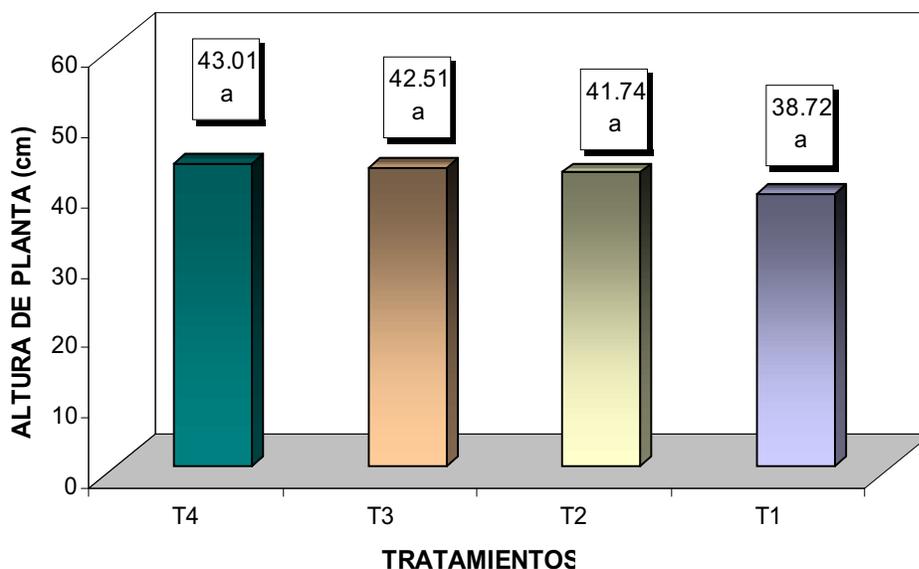


Figura 14. Prueba de Duncan al 5% para altura de planta

La figura 14 muestra que existe un incremento en la altura de plantas a medida que aumenta la cantidad de crotalaria en los distintos tratamientos, esto se puede atribuir a la disponibilidad de los nutrientes. De acuerdo al análisis de los abonos líquidos se observa un incremento en nitrógeno a medida que se aumenta la cantidad de crotalaria, respecto a la influencia de este elemento Sakaguchi (1982) y FAO (1991) indican que el aumento de nitrógeno en el cultivo de estevia aumenta el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Al respecto Paja (2000), señala que al trabajar con diferentes niveles de fertilización orgánica (15000 kg/ha, 30000 kg/ha y 45000 kg/ha), se encontró alturas de 47,7, 47,0 y 46,6 cm respectivamente y para el testigo una altura de 41,3 cm, estos resultados son atribuidos al incremento gradual del estiércol por los cualidades nutritivas que presenta.

Por todas estas razones se puede concluir que un incremento de nutrientes especialmente el nitrógeno en el suelo afecta favorablemente a la altura de las plantas, sin embargo el testigo al cual no se adiciono abono líquido desarrollo una menor altura porque este solo aprovecho los elementos nutritivos disponibles del suelo.

5.4.5 Diámetro de tallo

El análisis de varianza para diámetro de tallo, muestra un coeficiente de variación de 9,29%, el cual esta dentro el rango tolerable. Por otra parte se observa que no existen diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 7).

Cuadro 7. Análisis de varianza para el diámetro de tallo

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Bloques	3	2,418	0,8060	3,52	0,0621 *
Tratamientos	3	0,277	0,0925	0,42	0,75 NS
Error	9	2,062	0,229		
Total	15				

Coeficiente de variación: 9,29%

La prueba de Duncan realizada para los tratamientos, indica que estos son estadísticamente similares en cuanto a diámetro de tallo, registrándose para los tratamientos T₄, T₃, T₂ y T₁ valores de 5,290, 5,250, 5,107, 4,955 cm respectivamente.

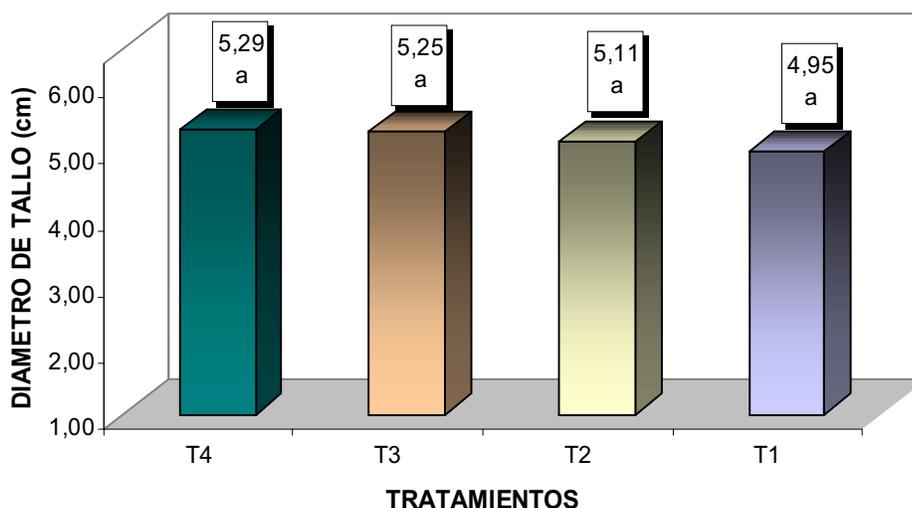


Figura 15. Prueba de Duncan al 5% para diámetro de tallo

Esto indica que la aplicación del abono líquido no incidió de forma significativa en el aumento del diámetro de tallo de las plantas.

Si bien no existen diferencias significativas entre tratamientos en la figura 15, se puede apreciar que los tratamientos T₂, T₃ y T₄ muestran ligeros incrementos en diámetro de tallo con respecto al tratamiento testigo, esta diferencia numérica se puede atribuir a la disponibilidad de los nutrientes presentes en mayor cantidad como el nitrógeno en el abono líquido, el cual se incrementa en el abono en función a la cantidad de crotalaria.

A este respecto Sakaguchi (1982), señala que el aumento de nitrógeno incrementa el diámetro de tallo, número de ramas y un crecimiento de la planta de estevia. Por su parte Apaza (2003), señala que el tallo también se realiza fotosíntesis en una menor proporción que las hojas, por lo tanto el nitrógeno se almacena y posteriormente este

es trasladado a los órganos reproductores de la planta, por lo cual se observa que a una mayor dosis de nitrógeno existe un mayor diámetro de tallos.

5.4.6 Número de ramas

El cuadro 8, del análisis de varianza para el número de ramas por planta, muestra diferencias significativas entre bloques a un nivel de significancia del 5% pero no para los diferentes tratamientos. Esto significa que los abonos con diferentes concentraciones de crotalaria no influyeron en el número de ramas por planta. El coeficiente de variación fue de 14,34%, el cual indica que los datos son confiables.

Cuadro 8. Análisis de varianza para el número de ramas

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Bloque	3	4,371	1,457	1,07	0,410 *
Tratamiento	3	2,490	0,830	0,61	0,626 NS
Error	9	12,30			
Total	15				

Coeficiente de variación: 14,34 %

La prueba de Duncan que se presenta en la figura 16, muestra que los tratamientos T₁, T₂, T₃ y T₄ son estadísticamente similares en la conformación del número de ramas por planta con 9, 8, 8 y 8, asimismo se denota que el tratamiento cuatro T₄ con 4,5 Kg. de crotalaria presenta un valor numérico superior en el número de ramas al testigo (T₁).

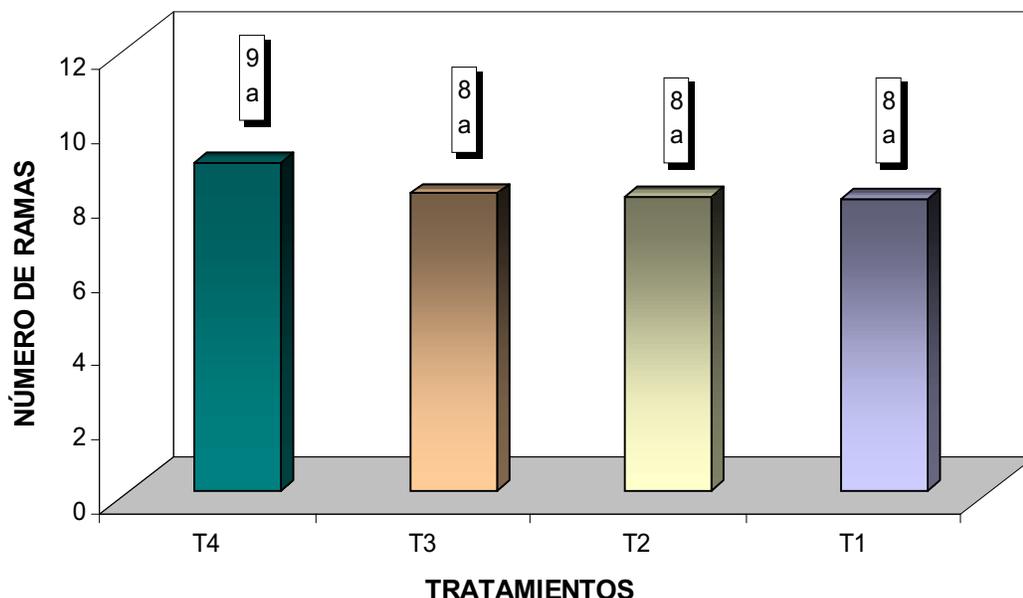


Figura 16. Prueba Duncan al 5 % para número de ramas por planta
 También se puede observar en la figura 16, que el tratamiento 4 presenta el mayor número de ramas lo cual se atribuye al efecto del abono líquido.

A este respecto Paja (2000), señala que los niveles de fertilización orgánica entre 12000 y 4500 kg /ha de estiércol, contribuyen favorablemente en el incremento del número de ramas y nudos, además este autor indica que los diferentes abonos orgánicos se consideran como una fuente importante de nitrógeno y en un nivel menor como un abono potásico.

Los resultados obtenidos en el ensayo son superiores a los obtenidos por Paja (2000), quien obtuvo a diferentes niveles de materia orgánica valores de 5,75, 7,0, 7,12 y 7,17 ramas por planta, estas diferencias se atribuyen a que el cultivo respondió favorablemente a la aplicación de los abonos líquidos y además presentó una buena ambientación en la zona.

En relación a la influencia de los factores ambientales Jordán (1984), señala que cuando la estación de crecimiento es larga y la intensidad de la luz es alta, temperaturas tibias y una buena distribución de las lluvias, tienden a un incremento en el número de ramas en la planta de estevia.

5.4.7 Número de hojas

El análisis de varianza del Cuadro 9, muestra los resultados del número de hojas por planta, en este se observa que existen diferencias significativas entre bloques y entre los tratamientos.

Las diferencias significativas entre los tratamientos indican que la aplicación del abono líquido a diferentes concentraciones de crotalaria 1,5; 3 y 4,5 kg influyó en la mayor conformación número de hojas por planta. El coeficiente de variación fue de 6,52%.

Cuadro 9. Análisis de varianza para el número de hojas por planta

FV	GL	SC	CM	Fc.	Pr > F
Bloque	3	539,372	179,791	194	0,1943 *
Tratamiento	3	14805,38	4868,45	52,44	0,001 **
Error	9	835,52	93,835		
Total	15				

Coeficiente de variación: 6,52% * Significativo ** Altamente significativo

Comparaciones efectuadas a través de la prueba de medias Duncan muestran que el tratamiento T₄ presenta el mayor número de hojas por planta con un promedio de 194,02 hojas por planta, seguida de los tratamientos T₃ y T₂ con promedios de 167,07 y 154,98 hojas por planta respectivamente, en tanto que el tratamiento T₁ (testigo) se diferencia estadísticamente de los demás tratamientos por presentar menor de hojas por planta con 110,85 hojas por planta.

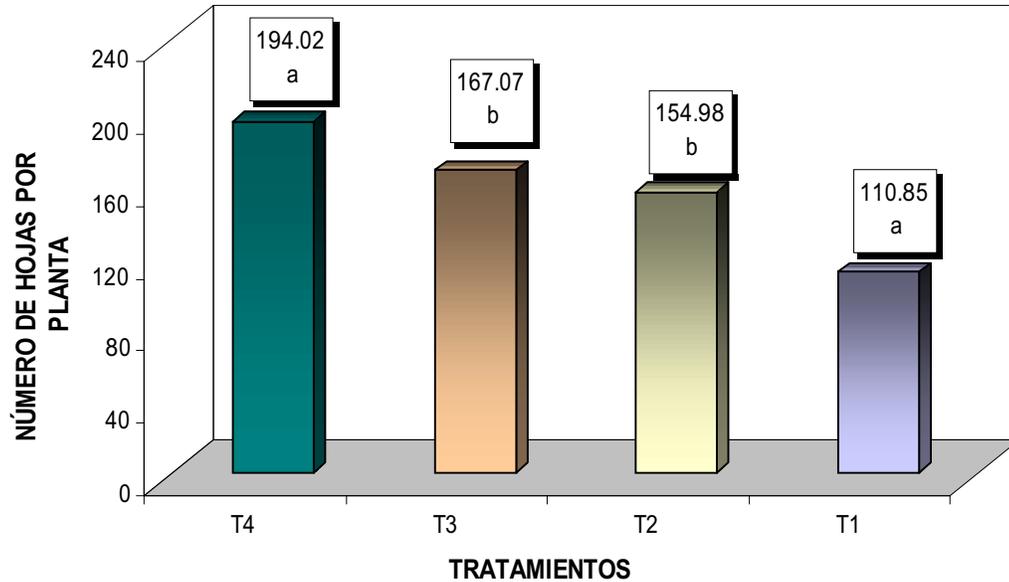


Figura 17. Prueba de Duncan al 5% para el número de hojas por planta

La figura 17 muestra los diferentes promedios en número de hojas por planta donde se observan que el tratamiento T₁ (testigo) presenta el promedio mas bajo en número de hojas, incrementándose esta en los tratamientos 2, 3 y 4 de acuerdo al aumento en la concentración de crotalaria en el abono líquido.

Debido con estos resultados se puede afirmar que la aplicación del abono líquido al suelo y a la planta incremento la disponibilidad de los nutrientes como el nitrógeno, potasio, fósforo y otros nutrientes menores, los cuales afectaron de forma favorable en el número de hojas por planta, también las variables de altura y número de ramas por planta influyeron al incremento del número de hojas por planta.

El mayor número de hojas por planta presentado por el tratamiento T₄ se atribuye al mayor contenido de nitrógeno del abono líquido 4,5 Kg. de crotalaria, y a la presencia de una mayor cantidad de ramas por planta lo cuál también influyó en está variable al respecto Sumida (1991), señala que el elemento nitrógeno aumenta el crecimiento y el número de hojas

Por su parte IICA (1997), menciona que la presencia de suficiente nitrógeno en el suelo es importante para la multiplicación celular, teniéndose un incremento del volumen y peso de la masa foliar.

Por otro lado las diferencias encontrados pueden atribuirse también a la disponibilidad de los elementos nutritivos que al ser aplicados de forma líquida significan una absorción mas inmediata, así como lo señala Cruz (2004), quien asevera que al incorporar los abonos líquidos al suelo se mejora la absorción de los nutrientes por las plantas y este significaría a su vez un incremento en el desarrollo de las plantas.

5.4.8 Área foliar (AF)

En el cuadro 10, se observa los resultados del análisis de varianza para la variable del área foliar, donde se observan diferencias significativas entre bloques y también entre los diferentes tratamientos. El coeficiente de variación para este parámetro es de 22,65% que se encuentra dentro del rango de tolerancia del 30% para estudios agronómicos.

Cuadro 10. Análisis de varianza para el área foliar (cm²)

FV	GL	SC	CM	Fc.	Pr > F
Bloque	3	1080203,81	360067,64	1,94	0,193 *
Tratamiento	3	2332867,27	777622,42	4,19	0,0410 *
Error	9	1669566,36	285567,37		
Total	15				

Coeficiente de variación: 22,65% * Significativo

En la figura 18, se presentan los resultados de la prueba de Duncan al 5% donde los tratamientos T₄ y T₃ estadísticamente son similares y se caracterizan por haber alcanzado los mayores promedios en área foliar con 2376,3 y 2126,2 cm² respectivamente, seguidos por los tratamientos T₂ y T₁ que son estadísticamente son similares y se caracterizan por presentar los menores promedios en área foliar con 1725,2 y 1375,9 cm² respectivamente.

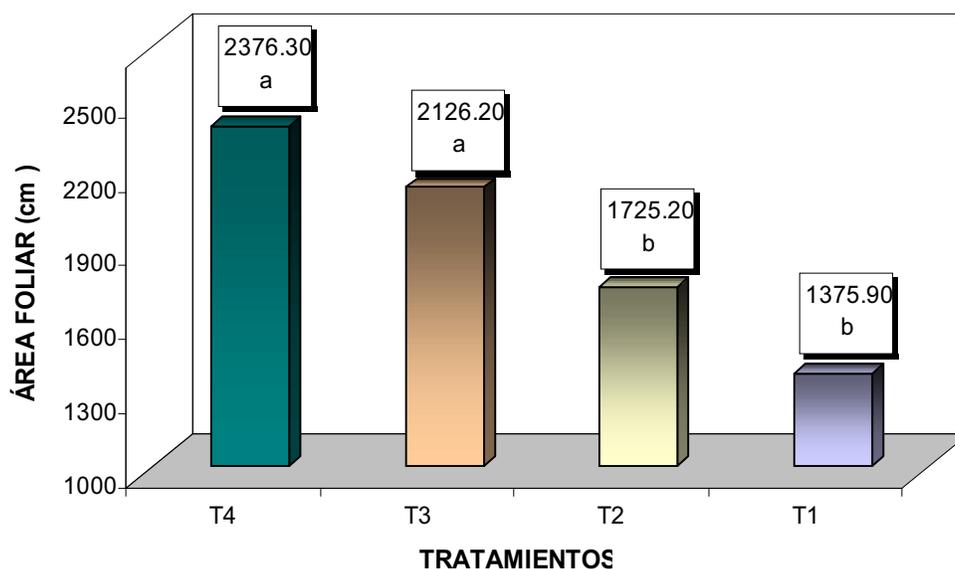


Figura 18. Prueba de Duncan al 5 % para el área foliar

El mayor valor de área foliar presentado por los tratamientos T₄ y T₃ se debe principalmente al aporte de los distintos abonos líquidos (Anexo 7), a esto se suma los factores climáticos principalmente de temperatura, humedad y precipitación, los cuales inciden directamente en el desarrollo del área foliar, dado que estos factores si son favorables coadyuvan a un incremento de esta variable.

Por su parte Suquilanda (1996), asevera que el uso de abonos líquidos promueve las actividades fisiológicas y el desarrollo de las plantas aumentando apreciablemente el área foliar, lo cual a su vez significa un incremento en el proceso de fotosíntesis mediante el cual las plantas elaboran su propio alimento.

Según Vázquez y Torrez citado por Riquelme (1998), indican que con el aumento del área foliar de una planta, también se incrementa la actividad fotosintética, puesto que existe una mayor área de hojas expuesta a la luz. A su vez señala que la medida del área foliar es importante para evaluar el comportamiento de los cultivos por su relación directa para la productividad del cultivo.

5.5 Relación Beneficio-Costo

El siguiente análisis comprende la relación beneficio-costo para la producción de plantas de estevia con la aplicación de abonos líquidos preparados a base de diferentes cantidades de crotalaria *Crotalaria anagiroides*. La cantidad de abonos a elaborar esta va en función de las aplicaciones que se realizaron, otro aspecto a considerarse es la densidad de siembra que puede variar de 10000 a 55000 plantas por hectárea.

En el cuadro 11, se observa los costos para la elaboración de los abonos líquidos donde se advierte un incremento en los costos a consecuencia de la compra de los recipientes plásticos lo cual influyo en los valores de beneficio costo, en el mismo, se puede ver que para el tratamiento T₂ se requiere de 2 recipientes para la preparación de los abonos, en tanto que para el tratamiento T₃ se necesita 2 piezas de una capacidad de 100 litros cada uno, finalmente para el tratamiento T₄ se requiere 3 recipientes, este aspecto explica la variación de los valores que se obtuvieron en los costos de producción tal como se verifica en el Anexo 8 de los diferentes tratamientos.

Cuadro 11. Costos de elaboración de abonos líquidos para la fertilización de la estevia

CONCEPTO	TRATAMIENTOS					
	T ₂		T ₃		T ₄	
	Cantidad	Total (Bs)	Cantidad	Total (Bs)	Cantidad	Total (Bs)
Turril 100 lt	1 pieza	77	2 piezas	158	2 piezas	158
Turril 50 lt	1 pieza	47			1 pieza	47
7 preparaciones	3,5 jornal	20	3,5 jornal	20	3,5 jornal	20
7 aplicaciones	3.5 jornal	20	3,5 jornal	20	3,5 jornal	20
Total		264		298		345

La relaciones de Beneficio-Costo para la producción de estevia con la aplicación de los abonos líquidos se presenta en el cuadro 12, donde se observa el rendimiento ajustado al 5% sobre el rendimiento obtenido, esto con el fin de reflejar la diferencia

entre el rendimiento experimental y la que el agricultor podría obtener al implantar esta alternativa de producción al respecto CIMMYT (1986), como regla general aplica un ajuste entre el 5 al 30%.

Los datos en el cuadro 12, expresan también los costos de producción de hojas de estevia, siendo el precio de venta aproximado para 1 Kg de hoja seca de Bs. 20, en el mismo se puede apreciar que el tratamiento T₂ presento un Ingreso Neto de Bs. 6006,4 y su relación Beneficio/Costo es de 2,0 del mismo modo el tratamiento T₃ obtuvo un ingreso Neto de Bs. 7226,6 con una relación Beneficio/Costo de 2,4 y el tratamiento T₄ consiguió el mayor ingreso Neto con Bs. 8841,2 y una relación beneficio/Costo de 2,95.

Cuadro 12. Relación Beneficio-Costo de la producción de 55000 plantas con la aplicación de los abonos líquidos

Tratamientos	Rendimiento Kg./ha	Rendimiento ajustado	Ingreso Bruto (Bs)	Costos de producción (Bs)	Ingreso Neto (Bs)	(B/C)
T ₁	338,25	321,34	6426,8	2643,2	3783,6	1,4
T ₂	469,15	445,69	8913,8	2907,2	6006,4	2,0
T ₃	535,15	508,39	10167,8	2941,2	7226,6	2,4
T ₄	622,60	591,47	11829,4	2988,2	8841,2	2,95

De acuerdo con estos resultados se tiene como punto de comparación los costos de producción sin la aplicación de los abonos líquidos (T₁), presenta un ingreso neto de Bs. 3783,6 y una relación Beneficio/Costo igual a 1,4 lo cual significa que la aplicación de los abonos favoreció al incremento del rendimiento y por tanto favoreció al incremento de las ganancias.

Los costos de producción presentados son la inversión inicial para el primer ciclo productivo de estevia, puesto que este cultivo presenta un ciclo productivo de 4 años, para esta primera se tomo en cuenta los gastos que se realizaron para el transplante, labores culturales, la elaboración y posterior aplicación de los abonos, posteriormente estos gastos irán reduciendo en los sucesivas etapas productivas.

6. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos durante el ensayo, permiten establecer las siguientes conclusiones:

- los abonos líquidos obtenidos a partir de la adición de crotalaria y materia orgánica (gallinaza, presentan niveles de 0,10 a 0,20 % de nitrógeno total; 0,04 a 0,05 % de fósforo; 0,09 a 0,12 % de potasio y otros elementos como calcio y magnesio principalmente.
- La aplicación de los diferentes tratamientos de los abonos líquidos no presentaron efectos significativos sobre la altura de planta, alcanzando un valor máximo de 43,08 cm y una altura mínima para el testigo de 38,71 cm.
- El diámetro de tallo presento un incremento, conforme aumento la cantidad de nutrientes teniéndose una variación de 4,95 a 5,29 mm, siendo estos resultados similares para los diferentes tratamientos.
- El numero de ramas no sufrió efectos significativos observándose mínimas diferencias entre los tratamientos teniéndose para el tratamiento 4, tratamiento 3 y tratamiento, un número de ramas de 8,8; 7,9 y 7,8 respectivamente y para el testigo (tratamiento 1) 7,8 ramas.
- Respecto al número de hojas el mayor promedio fue alcanzado por el tratamiento 4 con 194,023 hojas y el menor promedio fue para el tratamiento 1 (testigo) con 110,85 hojas/planta.
- En relación a el área foliar esta variable fue afectada favorablemente por la aplicación de los abonos, teniéndose un área foliar mayor para el tratamiento 4 y 3 con 2376,3 cm² y 2126,2 cm² respectivamente, y los valores menores

para el tratamiento 2 y 1 con un área foliar de 1725,2 y 1375,9 cm² respectivamente.

- En cuanto el peso fresco de la planta, el mejor promedio lo alcanzaron los tratamientos 4 y 3 con 197,70 y 169,35 gramos respectivamente y los menores promedios fueron para los tratamientos 2 y 1 con 148,28 y 141,43 gramos respectivamente.
- El peso de materia seca por planta, fue influenciado por los diferentes tratamientos obteniéndose un peso mayor para el tratamiento 4, igual a 22,44 gramos y un peso menor de 11,82 gramos para el tratamiento 1 (testigo).
- Para el rendimiento de hoja seca, el tratamiento que alcanzo el mayor promedio fue el tratamiento 4 con 622,6 kg/ha, seguido del tratamiento 3 con 595,15 kg/ha; el tratamiento 2 con 469,15 Kg/ha y el menor promedio de peso para el tratamiento 1 (testigo) con 338,25 kg/ha.
- El cultivo de estevia es económicamente rentable para los tratamientos 4, 3 y 2, con una relación Beneficio/Costo para cada uno de estos de 2,95; 2,4 y 2,0 de manera que podría considerarse como un cultivo alternativo. Respecto al tratamiento 1 (testigo), presento una relación Beneficio/Costo de 1,4, lo que significa que aun sin la aplicación de los abonos orgánicos, se obtienen beneficios económicos.

7. RECOMENDACIONES

Considerando los resultados de la investigación se puede proporcionar las siguientes recomendaciones:

- Continuar con trabajos de investigación, para mejorar la calidad nutritiva de los abonos líquidos, utilizando otras especies para su elaboración.
- Promover otras investigaciones respecto a la fertilización líquida, para la segunda y tercera cosecha, tomando como base la utilización de la crotalaria.
- Efectuar estudios sobre la época de plantación y la aplicación de abonos.
- Efectuar investigaciones referentes a la altura de corte.
- Realizar trabajos sobre el manejo de poscosecha.
- Realizar estudios destinados a la selección de variedades.
- Realizar el análisis químico para determinar la calidad del producto

8. BIBLIOGRAFÍA

AGRUCO (Agrobiología de la universidad de Cochabamba). 1990. Agroecología y saber andino. Serie técnica Nro. 5. Cochabamba. Bolivia. pp. 24-26

-----1998. Producción Artesanal y uso del wajra abono. Serie técnica Nro 8. Cochabamba, Bolivia. pp. 4-14

AOPEB (Asociación de Organización de Productores ecológicos de Bolivia). 1999. Normas básicas para la agricultura ecológica en Bolivia. 5ta ed. La Paz , Bolivia. pp. 1 - 70

Apaza, B. 2003. Evaluación agronómica de la estevia (*Stevia rebaudiana* Bert) bajo tres niveles de fertilización Nitrogenada en los Yungas de La Paz. Tesis de grado (Licenciatura). La Paz, Bolivia. Universidad mayor de San Andrés. 87 p.

Bertoni, J. 1991. Cultivo de Ka'ahe'e (*Stevia rebaudiana* Bertoni). Boletín de divulgación Nro 30. Asunción, Paraguay. 6 p.

Cala, O. 2004. Efectos de distintas fuentes de materia orgánica líquida en sistemas de policultivo con tomate (*Lycopersicon sculentum* Miller). Tesis de grado (Licenciatura). La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 88 p.

Candía, 1990. Manual de agricultura Ecológica. Instituto de Educación Ambiental de la Universidad Metropolitana. México. pp. 46 – 63

Calzada, B. 1982. Métodos estadísticos para la investigación. 5ta ed. Editorial "Milagros" S. H. Lima, Perú. pp. 17-236

CIAT (Centro de Investigación de Agricultura Tropical). 1999. RAAA. Biodigestor y sus usos. Boletín Técnico Nro 12. Jaén, Cajamarca. s/p.

CATIE (Centro Agronómica del Trópico de Investigación y enseñanza) 2003. Biofertilizantes y Abonos Orgánicos. Boletín informativo La Paz, Bolivia. pp. 1 – 11
CIMMYT, 1998. Manual Metodológico de Evaluación Económico; La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. México DF. Editorial REV. pp. 1-36

CORDEPAZ (Corporación Regional de La Paz). 1992. Apoyo a la introducción de cultivos Agroindustriales, junio. Informe de proyecto. La Paz, Bolivia.

Cruz, D. 2004). Efecto de abonos orgánicos líquidos sobre variedades de lechuga (*Lactuca sativa*) en ambientes atemperados. Tesis de grado (Licenciatura). La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. p. 76.

Chilón, E. 1997. Manual de edafología. La Paz, Bolivia. Editorial CIDAT. Pp. 13-57

Díaz et al. 2002. *stevia rebaudiana* Bertoni. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humbolt".

Disponible en: <http://www.rain.tree.com/disclaimer.htm>.

Encina, A. 2002. Siembra y germinación de *Stevia Rebaudiana* Bert. Centro de investigación de stevia de Brasil. pp. 30

CEFODCA (Fundación Visión Integral de Desarrollo y Agroecología Sostenible).2000.Producción de la stevia (*Stevia rebaudiana* Bert.). La Paz, Bolivia. 10 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura Y la Alimentación). 1986. Guía de fertilizantes y nutrición vegetal, Boletín. Roma, Italia. 46 p.

-----1988. Los fertilizantes y su empleo. Guía de bolsillo para los extensionistas. 3 ed. Roma, Italia. pp. 1-6

-----1991. Fertilizantes y nutrición vegetal. Boletín Nro 7. Roma, Italia. pp. 93.

FECAFEB (Federación de Caficultores Exportadores de Bolivia). 2001. Proyecto de café orgánico. La Paz, Bolivia. pp. 3-5.

Foth, D. 1997. Fundamentos de la ciencia del suelo. 7ma ed. D. F. México. Editorial Continental S. A. pp. 27-35

FUN-VIDA (Fundación Visión Integral de Desarrollo y Agroecología). 2000. “Una nueva opción de producir para ganar más y vivir sano”. Curso taller de capacitación. La Paz, Bolivia. 20 p.

Fortuna Stevia del Paraguay SRL. 1989. Promoción, industrialización y comercialización de stevia Rebaudiana Bert. Asunción, Paraguay. pp. 1 – 11.

García J. 1987. Edafología Fertilización agrícola Ed. Aedos Barcelona, España pp. 105 -110

Gómez E. 2006. Las especies argentinas de Crotalaria (leguminosae – Crotalarieae), novedades descripciones y clave.

Disponible: <http://m.suelo.cl/cgi-bin/wxis.exe>.

Gohl, B. 1982. Piensos tropicales, “Resúmenes informativos sobre piensos tropicales y valores nutritivos”. Roma (FAO). Colección de producción y sanidad animal, Nro 12. 550 p.

Herbas, R. 1997. Análisis agro económico e impacto de diferentes sistemas de producción Agroenergético en el valle de Cochabamba. Cochabamba, Bolivia. Universidad Mayor de San Simón. pp. 8-15

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 1997. Informe "Producción de la Ka'ha'ea". La Paz, Bolivia. pp. 1-17.

INE (Instituto Nacional de Estadística). 1999. Vice - ministerio de Participación Popular y Fortalecimiento Municipal, agencia Suiza para el desarrollo y la cooperación (COSUDE). Atlas Estadístico de Municipios. pp. 18 - 19.

JICA (Agencia Japonesa de Cooperación Internacional). 1997. Posibilidad de desarrollo Agroindustrial de *Stevia rebaudiana* Bertoni en Bolivia. La Paz, Bolivia. pp. 20-35

Jordán, F. 1984. ka`a – He`e (stevia rebaudiana Bert). Análisis bibliográfico y anotaciones hortícolas. Asunción, Paraguay. 63 p.

Lampkin, N. 1998. Agricultura ecológica. Barcelona, España. Editorial Mundi-Prensa. pp. 108-118.

Loja, G. 1995. Manual de prácticas Agro ecológicas de los Andes CARE-PROMUSTA. Ecuador. pp. 2-10.

Medina, A. 1990. "El Biol.", Fuente de Fitoestimulantes en el Desarrollo Agrícola. Cochabamba, Bolivia. Universidad Mayor de San Simón. 79 p.

Montes de Oca, I. 1997. Geografía y Recursos Naturales de Bolivia. 3ra ed. La Paz, Bolivia. Editorial EDOBOL. pp. 410-412.

Molinas, S. 1987. Promoción, cultivo e industrialización de la stevia. Asunción Paraguay. 63 p.

Montes de Oca, I. 1997. Geografía y Recursos naturales de Bolivia. Grupo Latinoamericano de Investigadores. Aplicación Agrícola. 3ra ed. La Paz – Bolivia. pp. 410 – 411.

Morales, C. 1996. Bolivia Medio Ambiente y Ecología Aplicada. Instituto de Ecología Universidad Mayor de San Andrés. La Paz - Bolivia. 121 p.

Morales, R. 1992. Análisis de crecimiento de tres variedades de ajo en tres épocas de siembra. Tesis Lic. Ing. Agr. Cochabamba, Bolivia. pp. 20 – 21.

Morales, V. 1993. El corral itinerante, una tecnología para el manejo de la fertilidad de los suelos de los Andes. Serie técnica Nro 30. Ediciones AGRUCO. Cochabamba, Bolivia.

Pomacosi, J. 1994. Efecto de la difusión de Biol., en la curva de crecimiento, Fotosíntesis y Producción de bulbos madre de cebolla (*Allium cepa*). Tesis de grado (Licenciatura) Cochabamba, Bolivia. Universidad Mayor de San Simón, Carrera de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. pp. 31-34.

Primavesi, A. 1986. La biología del suelo y el manejo ecológico del suelo. 6ta ed. México. pp. 123-143.

Paja, g. 2000. Niveles de fertilización orgánica en el cultivo de stevia (*stevia rebaudiana* Bert), en la localidad de San Buena Ventura. Tesis de grado (Licenciatura). La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 85 p.

Quiroz, D. 2002. Manual técnico para el cultivo de stevia, Asesoría técnica agrícola. La Paz, Bolivia. SENAPI. 50 p.

Quisbert, C. 2003. Respuesta en plántulas de café (*Cofea arabica*) a la aplicación de diferentes dosis de abonos orgánicos líquidos en la provincia Caranavi. Tesis de grado (Licenciatura). La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 78 p.

Quispe, R. 2003. Efecto de la fertilización con abonos líquidos orgánicos fermentados en cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Hellen). Tesis de grado (Licenciatura). La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 65 p.

Restrepo, J. 2001. Elaboración de abonos orgánicos fermentados, Biofertilizantes foliares. San José, Costa Rica. IICA. pp. 1-56.

Riquelme, C. 1998. Comportamiento agronómico de 8 líneas precoces de quinua (*Chenopodium quínoa* Willd), bajo tres épocas de siembra, en el altiplano central. Tesis de grado (Licenciatura). La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. pp. 25-28.

Sánchez, C. 2003. Abonos orgánicos y lombricultura. Lima, Perú, Ediciones Ripalme. pp. 50-60.

-----2004. Biohuertos, El cultivo en casa. Lima, Perú. Ediciones Ripalme. pp. 15-20.

Silguy, C. 1999. La agricultura biológica. Técnicas eficaces y no contaminantes. Editorial acribia. España. 127 p.

Suquilanda, M. 1996. Agricultura orgánica. Ediciones Fundación para el desarrollo agropecuario. Fundación Agraria. pp. 170 – 221.

Sumida, t. 1991. Estudios om stevia rebaudiana. Bert. as. a neu possible crop for. Sweetening, resourse in japan. Cant. Agric. pp. 1- 6.

Tisdale, L. y Nelson, WL. 1991. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Limusa. México. 761 p.

Thompson, LM. y Troech, FR. 1982. Los suelos y su fertilidad. 4ta ed. Reverte S.A. Barcelona, España. 649 p.

Vela. A. Carrión G. (s/a). Manual silvo agropecuario, construcción de digestores de biogás y usos de bioabono. Junta de acuerdo a Cartagena, Colombia. pp. 57 – 59.

Villanueva, E. 2004. Establecimiento de células en suspensión de stevia Rebaudiana Bertoni. Tesis de Grado para obtener el título de Ingeniería agronómica. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. pp. 12 – 30.

Villegas, A. 2004. Evaluación de biofertilizantes líquidos foliares en el cultivo de banano en Sapecho alto Beni. Tesis de Grado para obtener el título de Ingeniería Agronómica. La Paz, Bolivia. 125 p.

9. ANEXOS

Anexo 1. Análisis físico-químico de suelos

Procedencia: Departamento de La Paz, Provincia Nor Yungas-Coroico.

Comunidad: San Pedro de la Loma, suelo de terrazas a 25-30 cm de profundidad

Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase textural	N Total	P ppm	K Meq/gr	pH	CIC Meq/gr	MO (%)	CE ms/cm.
12	47	41	YL	0,24	38,03	0,48	5,51	4,65	2,55	0,006

Fuente: IBTEN

Clase textural YL: arcillo limoso

MO: Materia orgánica

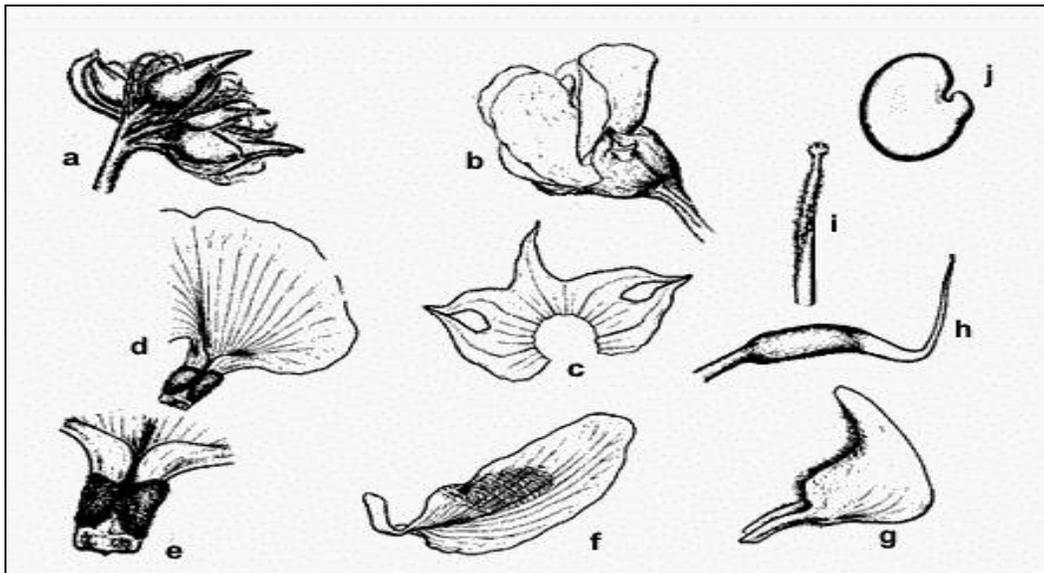
CIC: Capacidad de intercambio catiónico

CE: Conductividad eléctrica

Anexo 2. Planta de *Crotalaria* (*Crotalaria anagyroides*)

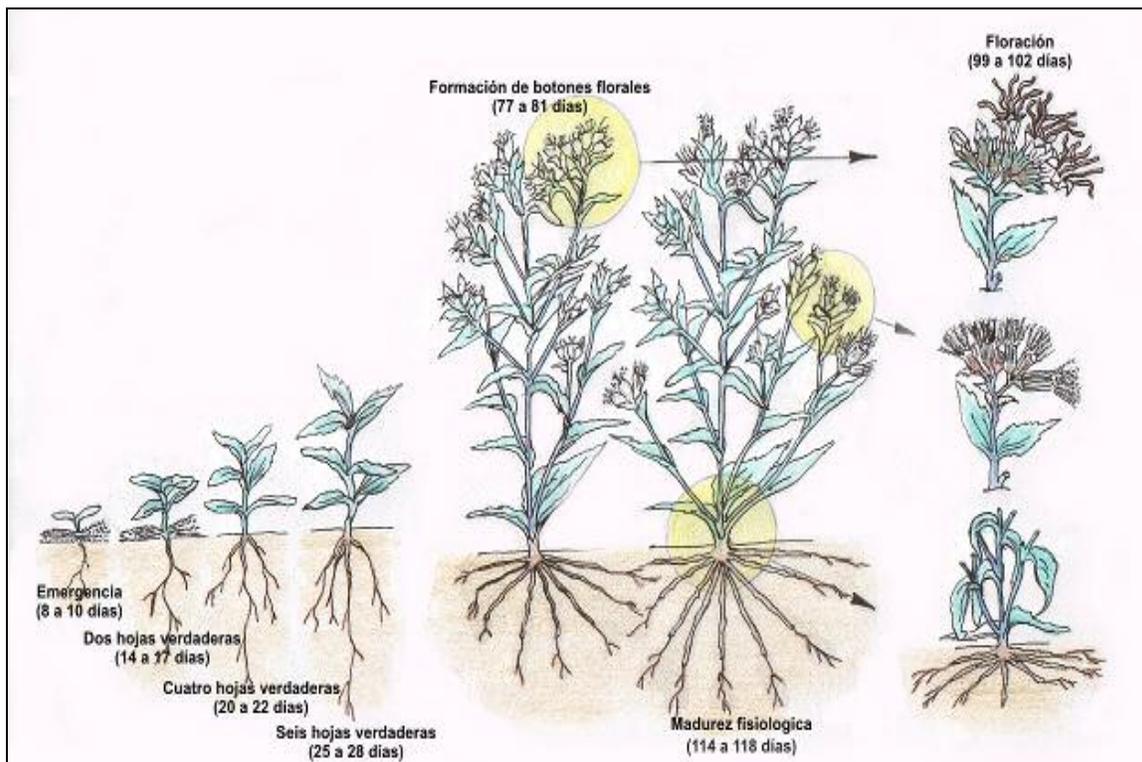


Anexo 3. Características morfológicas de la flor de la *Crotalaria anagyroides*



Crotalaria anagyroides: a: inflorescencia joven, con brácteas y bractéolas crespas o incurvas, b: flor, c: cáliz, superficie interna, d: estandarte, e: base del estandarte, apéndices y uña, f: ala, g: quilla, h: gineceo, i: ápice del estilo, j: semilla.

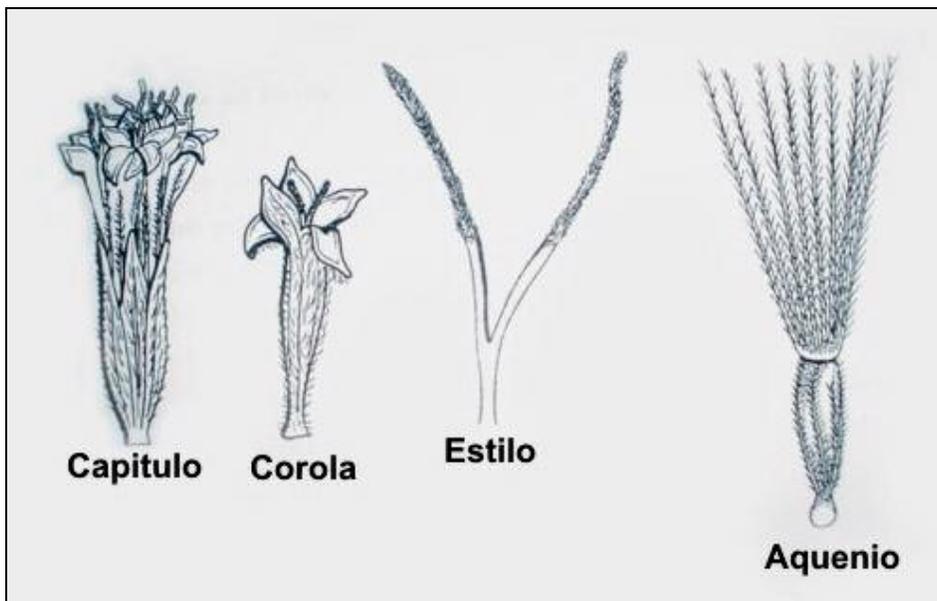
Anexo 4. Fases fenológicas de la estevia



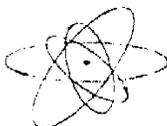
Anexo 5. Formas de hojas de estevia



Anexo 6. Características morfológicas de la flor de la estevia



Anexo 7. Análisis químico de los abonos



IBTE N

MINISTERIO DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y PLANIFICACION

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR

CENTRO DE INVESTIGACIONES NUCLEARES

DIVISION DE QUIMICA

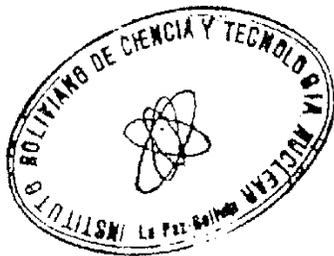
ANALISIS QUIMICO DE ABONOS

INTERESADO : *SILBIA ALANOCA COLQUE*
 PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ, Pveia, NOR YUNGAS*
Localidad COROICO
Comunidad SAN PEDRO DE LA LOMA

N° SOLICITUD: 020/2005
 FECHA DE RECEPCION : 10 marzo 2005
 FECHA DE ENTREGA : 22 marzo 2005

N° Lab	CODIGO	Fósforo % P	Calcio % Ca	Magnesio % Mg	Nitrógeno total %	Potasio % K	pH	Conductividad eléctrica mS / cm
087 /2005	1 - T1	0,05	0,10	0,03	0,10	0,09	6,06	5,87
088 /2005	2 - T2	0,05	0,11	0,04	0,16	0,11	5,76	7,78
089 /2005	3 - T3	0,04	0,09	0,03	0,20	0,12	6,65	11,68

OBSERVACIONES



RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA

Anexo 8. Costos de producción para hojas de estevia por tratamiento

T₁ (testigo)

Número de plantas: 55000 plantas /ha

Ciclo: Implementación del cultivo (primer corte)

Actividad	Unidad	Cantidad	Precio/unitario	Total (Bs)
Almacigado	Jornal	5	20	100
Preparación del terreno:				
Limpieza	Jornal	4	20	80
Apertura de hoyos	Jornal	4	20	80
Transplante	Jornal	20	20	400
Labores culturales:				
Deshierbe y riegos	Jornal	15	20	300
Aporque	Jornal	8	20	160
Fertilización	Jornal	4	20	80
Cosecha:				
Corte	Jornal	10	20	200
Secado y embolsado	Jornal	6	20	120
Insumos:				
Mudas o cepas	Plantines	7850	0.12	943,2
Transporte				200
Total				2643,2

Tratamiento 2

Actividad	Unidad	Cantidad	Precio/unidad	Total (Bs)
Almacigado	Jornal	5	20	100
Preparación del terreno:				
Limpieza	Jornal	4	20	80
Apertura de hoyos	Jornal	4	20	80
Transplante	Jornal	20	20	400
Labores culturales:				
Deshierbe y riegos	Jornal	15	20	300
Aporque	Jornal	8	20	160
Fertilización	Jornal	4	20	80
Cosecha:				
Corte	Jornal	10	20	160
Secado y embolsado	Jornal	6	20	120
Insumos:				
Mudas o cepas	Plantines	7850	0.12	943,2
Fertilizante liquido	Litro	150		264
Transporte				200
Total				2907,2

Tratamiento 3

Actividad	Unidad	Cantidad	Precio/unidad	Total (Bs)
Almacigado	Jornal	5	20	100
Preparación del terreno:				
Limpieza	Jornal	4	20	80
Apertura de hoyos	Jornal	4	20	80
Transplante	Jornal	20	20	400
Labores culturales:				
Deshierbe y riegos	Jornal	15	20	300
Aporque	Jornal	8	20	160
Fertilización	Jornal	4	20	80
Cosecha:				
Corte	Jornal	10	20	200
Secado y embolsado	Jornal	6	20	120
Insumos:				
Mudas o cepas	Plantines	7850	0.2	943,2
Fertilizante liquido	Litro	200		298
Transporte				200
Total				2941,2

Tratamiento 4

Actividad	Unidad	Cantidad	Precio/unidad	Total (Bs)
Almacigado	Jornal	5	20	100
Preparación del terreno:				
Limpieza	Jornal	4	20	80
Apertura de hoyos	Jornal	4	20	80
Transplante	Jornal	20	20	400
Labores culturales:				
Deshierbe y riegos	Jornal	15	20	300
Aporque	Jornal	8	20	160
Fertilización	Jornal	4	20	80
Cosecha:				
Corte	Jornal	10	20	200
Secado y embolsado	Jornal	6	20	120
Insumos:				
Mudas o cepas	Plantines	7850	0.2	943,2
Fertilizante liquido	Litro	250		345
Transporte				200
Total				2988,2

Anexo 9. Fotos del cultivo de estevia



Plantines de estevia en almacigo



Plantín de estevia después del trasplante en campo



Medición del diámetro de tallo de las plantas de estevia



Cosecha de estevia

