

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**EFFECTO DE NIVELES DE ABONO ORGANICO EN LA CONCENTRACIÓN DE
STEVIOSIDO DE LA STEVIA (*Stevia rebaudiana Bert.*) EN DOS ZONAS
AGROECOLÓGICAS DE NORTE DE LA PAZ**

Alfredo Callisaya Mamani

La Paz – Bolivia
2013

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

**EFFECTO DE NIVELES DE ABONO ORGANICO EN LA CONCENTRACIÓN DE
STEVIOSIDO DE LA STEVIA (*Stevia rebaudiana Bert.*) EN DOS ZONAS
AGROECOLÓGICAS DE NORTE DE LA PAZ**

*Tesis de Grado presentado como
Requisito para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo*

Alfredo Callisaya Mamani

Asesor (es):

Ing. Ph. Dr. Jorge Pascuali Cabrera

Ing. Marco Antonio Barrero Argote

Ing. Rodolfo Candía Larrea

Comité Revisor:

Ing. Ph. Dr. Roberto Miranda Casas

Ing. Ph. Dr. Alejandro Bonifacio Flores

Ing. M.Sc. Casto Maldonado Fuentes

APROBADA

Presidente Tribunal Examinador:

.....

AGRADECIMIENTO

A Dios todopoderoso, por su bendición y la fortaleza que me brindo desde el primer día de mi existencia.

A mis queridos padres Juan de la Cruz y Filomena, por su amor eterno, sus sabios consejos, su apoyo incondicional, por la vida que me dieron. GRACIAS POR TODO.

A mis queridos hermanos y hermanas y a toda familia por comprensión

A mis Asesores: Ing. Ph. Dr. Jorge Pascuali Cabrera y Cnl. Ing. Marco Antonio Barrero Argote, por su tiempo incondicional para conclusión de mi tesis de grado.

Y al tribunal revisor: Ing. Ph. Dr. Roberto Miranda Casas, Ing. Ph. Dr. Alejandro Bonifacio Flores y Ing. M. Sc. Gastó Maldonado Fuentes, por las correcciones realizadas, sugerencias y observaciones realizadas.

Y a todas las personas cercanas a mí que de alguna manera hicieron posible la elaboración del presente Trabajo de Tesis.

Mis sinceros agradecimientos a la Universidad Mayor de San Andrés – UMSA, Facultad de Agronomía y Carrera de Ingeniería Agronómica, por mi formación profesional.

DEDICATORIA:

El presente trabajo de tesis está dedicado a mis amados padres: Juan de la Cruz Callisaya (†) y Filomena Mamani de C. (†) Por darme la vida, su amor, apoyo, sacrificio incondicional y por enseñarme a mirar al frente, a tener valor y nunca rendirme.

A mis hermanos: Alberto, Francisco, Justino (†), Seferino, Antonia (†), Mónica (†), Maruja, Amalia, Liliana, y los sobrinos Jorge, Juan Carlos, Ever Israel, Guillermo, Prince, Wilma, María, a toda la familia, por su gran amistad y la confianza que me brindaron en los buenos y malos momentos que pase en vida de formación. y toda la familia por la comprensión.

*Y a mi adorado hijo Alfredo Jacob
y a mi querida esposa Marian Wilma.*

A la Universidad Pública UMMSA, a la cual debo mi formación, quienes me motivaron en mi formación personal y profesional”

INDICE

RESUMEN

I.	INTRODUCCION	1
1.1.	Objetivo general	3
1.2.	Objetivo especifico	3
II.	REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	4
2.1.	Origen y Distribución	4
2.2.	Importancia económica del cultivo	4
2.3.	Características botánicas, sistemáticas y agronómicas de la stevia	5
2.3.1.	Clasificación sistemática	5
2.3.2.	Variedades de stevia	5
2.3.3.	Características botánicas	7
2.3.4.	Estudios agronómicos realizados en Bolivia	7
2.4.	Ciclo biológico	8
2.5.	Requerimientos Agroecológicos de stevia	8
2.5.1.	Fotoperiodo	8
2.5.2.	Temperatura	9
2.5.3.	Precipitación	9
2.5.4.	Humedad relativa	10
2.5.5.	Altitud	10
2.5.6.	Requerimiento edáfico	10
2.5.7.	Requerimiento de nutrientes	10
2.5.8.	Importancia de Abonos Orgánicos	12
2.5.8.1.	Abono de pulpa de café.	13
2.5.8.2.	Abono de gallinaza	15
2.6.	Labores culturales	17
2.7.	Plagas y enfermedades	17
2.8.	Cosecha	18
2.9.	Post cosecha	19
2.10.	Rendimiento	20
2.11.	Características generales de Steviosido	21
2.12.	Análisis de la situación actual	22
2.12.1.	La stevia en Bolivia	22
2.12.2.	Produccion nacional de stevia	23
2.12.3.	Produccion de stevia departamento de La Paz	24

2.13.	Métodos de extracción de Steviosido	25
III.	MATERIALES Y METODOS	27
3.1.	Descripción de las regiones de estudio	27
3.1	Localización	27
3.2	Características fisiográficas	29
3.3	Clima	29
3.4	Vegetación	30
3.2.	Materiales	31
3.2.1.	Material vegetal	31
3.2.2	Materiales y Herramientas de Campo	31
3.2.3	Material de laboratorio	31
3.2.4	Fuente de Abono Orgánico	32
3.3	Metodología	32
3.3.1	Diseño Experimental	32
3.3.2	Tratamientos	32
3.3.3	Dimensiones del área de experimento	33
3.3.4	Croquis del área experimental	34
3.3.5	Muestreo	35
3.3.6	Tamaño de la muestra	35
3.3.7	Análisis estadístico	35
3.3.8	Evaluación de parámetros agronómicos	36
3.3.8.1.	Determinación de influencia de la materia orgánica en el rendimiento de Steviosido	37
3.3.8.2.	Relación de las características agronómicas de las dos zonas y en el contenido de Steviosido	39
3.3.8.3.	Determinación del efecto de la altura sobre el nivel del mar de las dos zonas en la concentración Steviosido	40
3.3.8.4.	Análisis económico de los tratamientos estudiados de las dos zonas	40
3.3.9.	Procedimiento experimental	44
3.3.9.1.	Diagnostico de la situación del cultivo	44
3.3.9.2.	Elección del área experimental	44
3.3.9.3.	Limpieza área experimental	44
3.3.9.4.	Preparación del Terreno	44
3.3.9.5.	Trazado y Distribución de las Unidades Experimentales	44
3.3.9.6.	Análisis Físico y Químico del Suelo	45
3.3.9.7.	Análisis químico de materia orgánica	45
3.3.9.8	Aplicación de Abono Orgánico	45

3.3.9.9	Trasplante	46
3.3.9.10	Labores culturales	46
3.3.9.11	Cosecha	47
3.3.9.12	Post Cosecha	47
3.3.10.	Cuantificación de Steviosido por Espectrofotometria UV-Vis en la stevia	48
3.3.10.1.	Curva de calibración	48
3.3.10.2.	Preparación de la muestra	49
3.3.10.3.	Calculo de concentración de Steviosido	49
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	54
4.1.	Características Meteorológicas de la zona de Estudio	54
4.1.1	Temperatura	54
4.1.2	Precipitación	55
i.	Humedad relativa	56
ii.	Fotoperiodo	57
iii.	Análisis de la Fertilidad Suelo	58
1.	Análisis físicos de suelos	59
2.	Análisis químicos de suelos	60
iv.	Análisis químico del abono orgánico	61
4.2	Evaluación de las variables agronómicas de la Stevia	62
4.2.1.	Altura de la planta	62
4.2.2.	Numero de tallos verticales por plant	67
4.2.3.	Numero de hojas por planta	72
4.2.4.	Peso de planta seco	77
4.2.5.	Área foliar por planta	81
4.2.6.	Peso de hoja Seca por planta	86
4.3	Evaluación del Contenido de la Concentración de Steviosido	91
4.3.1.	Análisis de varianza del contenido de Steviosido	91
4.3.2.	Relación de variables agronómicas en contenido Steviosido	97
4.4	Manejo de cultivo y su impacto ambiental	99
4.5	Análisis Económico de Presupuestos Parciales	100
4.5.1	Rendimientos Medios	100
4.5.2	Costos que Varían	100
4.5.3	Beneficio Bruto	100
4.5.4	Beneficio Neto	102

4.5.5	Análisis de Dominancia	102
4.5.6	Tasa de Retorno Marginal	103
4.6	Análisis Económico de Proyectos	104
4.6.1	Valor Actualizado Neto de los Beneficios (VAN)	104
4.6.2	Relación Beneficio Costo (B/C)	105
V.	CONCLUSIONES	106
VI.	RECOMENDACIONES	110
VII.	BIBLIOGRAFIA	111
	ANEXOS	

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Composición química de stevia	6
Cuadro 2.	Requerimiento de condiciones ambientales para el cultivo de stevia	9
Cuadro 3.	Extracción y acumulación de nutrientes correspondientes a una tonelada (TM) de hojas secas de stevia	12
Cuadro 4.	Composición química de pulpa de café descompuesta	14
Cuadro 5.	Composición química de la pulpa de café	15
Cuadro 6.	Composición química de gallinaza	16
Cuadro 7.	Composición química aproximada de abonos orgánicos	16
Cuadro 8.	Propiedades físico y químico de steviosido	.21
Cuadro 9.	Ventajas para el uso de edulcorantes	22
Cuadro 10.	Experiencias del desarrollo de la stevia en Bolivia	23
Cuadro 11.	Producción de stevia por departamento	24
Cuadro 12.	Comparación de producción de stevia año 2010	24
Cuadro 13.	Vegetación predominante en la zona	30
Cuadro 14.	Dimensión de área experimental	33
Cuadro 15.	Análisis físico de suelos de las dos localidades	59
Cuadro 16.	Análisis químico de suelos de las dos localidades	60
Cuadro 17.	Análisis químico de la materia orgánica	61
Cuadro 18.	Análisis de varianza de altura de planta de stevia	62
Cuadro 19.	Comparación de promedios en altura de plantas con niveles de abono orgánico, según la prueba de Duncan	62
Cuadro 20.	Análisis de varianza para número de tallos verticales por planta de la stevia	67
Cuadro 21.	Comportamiento de promedios de número de tallos por planta con niveles de abono orgánico, según la prueba de Duncan	67
Cuadro 22.	Análisis de Varianza para número de hojas por planta de stevia	72
Cuadro 23.	Comparación de promedios de número de hojas por planta con niveles de abono orgánico, según la prueba de Duncan	72
Cuadro 24.	Análisis de varianza de promedios para variable peso seco por planta de stevia	77
Cuadro 25.	Comparación de promedios de peso seco por planta con niveles de abono orgánico, según la prueba de Duncan	77
Cuadro 26.	Análisis de varianza para variable de área foliar por planta de la stevia	81
Cuadro 27.	Comparación de promedios de área foliar por planta con niveles de abono orgánico, según la prueba de Duncan	81
Cuadro 28.	Análisis de varianza para variable peso de hoja seca por planta de la stevia	86
Cuadro 29.	Comparación de promedios de hoja seca por planta con niveles de abono orgánico, según la prueba de Duncan	86
Cuadro 30.	Análisis de varianza de Steviosido de la stevia	91
Cuadro 31.	Comparación de promedios de concentración de Steviosido con niveles de abono orgánico, según la prueba de Dunca	91
Cuadro 32.	Análisis económicos por método de presupuestos parciales con abonos orgánicos	101
Cuadro 33.	Análisis de dominancia con dosis de abono orgánico en cultivo de stevia	102
Cuadro 34.	Determinación de tasa de retorno marginal entre los tratamientos	103
Cuadro 35.	Costos totales de producción de cultivo de stevia (Bs/ha/año)	104

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Proceso tradicional de extracción de steviosido	25
Figura 2.	Proceso de obtención de steviosido en polvo	26
Figura 3.	Mapa de ubicación de las dos zonas en estudio	28
Figura 4.	Croquis de área experimental de las localidades de Bolinda y Tucupi	34
Figura 5.	Concentración de solución estándar	48
Figura 6.	Flujograma del proceso de extracción de Steviosido y cuantificación	50
Figura 7.	Comportamiento temperatura media en Bolinda y Tucupi, durante la gestión 2011 – 2012.	54
Figura 8.	Comportamiento precipitación mensual de Bolinda y Tucupi, durante la gestión 2011 – 2012	55
Figura 9.	Comportamiento de la Humedad Relativa de Bolinda y Tucupi, registrada en gestión 2011 – 2012	56
Figura 10.	Comportamiento del fotoperiodo de las zonas de Bolinda y Tucupi	58
Figura 11.	Altura de planta por efecto de aplicación de abono orgánico sólido	64
Figura 12.	Medias marginales de altura de planta por efecto aplicación de abono orgánico en Bolinda y Tucupi	64
Figura 13.	Promedio de altura planta de las localidades (Bolinda y Tucupi)	66
Figura 14.	Evaluación de altura de planta por tratamiento	66
Figura 15.	Número de tallos por efecto de aplicación de abono orgánico	69
Figura 16.	Medias marginales de número de tallos verticales por planta por efecto aplicación de abono orgánico en Bolinda y Tucupi	69
Figura 17.	Promedio de número tallos verticales de las localidades (Bolinda y Tucupi)	71
Figura 18.	Evaluación de número de tallos verticales por tratamiento	71
Figura 19.	Número de hojas por efecto de aplicación de abono orgánico	74
Figura 20.	Medias marginales de número hojas por planta por efecto aplicación de abono orgánico en Bolinda y Tucupi	74
Figura 21.	Promedio de número hojas en las localidades (Bolinda y Tucupi)	76
Figura 22.	Evaluación de número de hojas por tratamiento	76
Figura 23.	Peso de planta seca por efecto de aplicación de abono orgánico	79
Figura 24.	Medias marginales de peso seco de planta por efecto aplicación de abono orgánico en Bolinda y Tucupi	79
Figura 25.	Promedio de peso seco por planta de las localidades (Bolinda y Tucupi)	80
Figura 26.	Evaluación de peso seco de planta por tratamiento	80
Figura 27.	Área foliar por efecto de aplicación de abono orgánico	83
Figura 28.	Medias marginales de área foliar por planta por efecto aplicación de abono orgánico en Bolinda y Tucupi	83
Figura 29.	Promedio de área foliar de las localidades (Bolinda y Tucupi)	85
Figura 30.	Evaluación de área foliar por tratamiento	85
Figura 31.	Peso de hoja seca por planta por efecto de aplicación de abono orgánico	88
Figura 32.	Medias marginales de peso de hoja seca por planta por efecto aplicación de abono orgánico en Bolinda y Tucupi	88
Figura 33.	Promedio peso hoja seca por planta de las localidades (Bolinda y Tucupi)	90
Figura 34.	Evaluación de peso de hoja seca por tratamiento	90
Figura 35.	Efecto de niveles de abono orgánico en las dos localidades en contenido de Steviosido en las localidades	93

Figura 36.	Efecto de niveles de abono orgánico en contenido de Steviosido	93
Figura 37.	Promedio de contenido de steviosido en localidades (Bolinda y Tucupi)	95
Figura 38.	Relación de niveles de abono orgánico vs. contenido de steviosido	95
Figura 39.	Relación de altura de planta vs. contenido de steviosido	97
Figura 40.	Relación de numero de hojas por planta vs. contenido de steviosido	98
Figura 41.	Relación peso seco de hojas por planta vs. contenido de steviosido	98
Figura 42.	Beneficios Netos con niveles de abono orgánico en cultivos de Stevia	101

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1.	Homogenización y molienda de hojas de stevia	51
Fotografía 2.	Extracción de las muestras por método de secado	51
Fotografía 3.	Introducción de reactivos de ferricianuro K y acetato de Zn	52
Fotografía 4.	Muestras de extracto de Steviosido con antrona	52
Fotografía 5.	Muestras en baño maría	53
Fotografía 6.	Espectro Fotómetro UV-Vis a 625 nm	53

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Registro de las condiciones climáticas de la zona de Bolinda.
Anexo 2.	Registro de las condiciones climáticas de la zona de Tucupi
Anexo 3.	Fotoperiodo de las localidades de Bolinda y Tucupi
Anexo 4.	Registro de datos de evaluación del promedio de las variables agronómicas de crecimiento y rendimiento del cultivo de stavia de las dos zonas de estudio Bolina y Tucupi.
Anexo 5.	Análisis físico y químico de suelo de las dos localidades Bolinda y Tucupi.
Anexo 6.	Análisis químico de abono orgánico.
Anexo 7.	Rendimiento promedio anual de stevia con aplicación de abono orgánico en las dos localidades.
Anexo 8.	Costos que varían en el ensayo con abono orgánico en cultivo de stevia.
Anexo 9.	Costos fijos para establecimiento del cultivo de stevia.
Anexo 10.	Costos de produccion (Bs/ha/año) en cultivo de stevia.
Anexo 11.	Proyección de ingresos, costos totales, beneficios netos, para el proyecto de produccion de stevia.
Anexo 12.	Curva de calibración
Anexo 13.	resultados análisis de suelo, abono organico y cantidad nutrientes disponibles

RESUMEN

En los últimos años el cultivo stevia tiene mucha importancia socioeconómica en Norte del departamento de La Paz, ya que se ocupan muchas familias en producción y comercialización en hoja seca. El cultivo de stevia en los municipios de Caranavi y Palos Blancos, están dando mucha importancia los pequeños productores, ya que este cultivo es alternativa muy rentable económicamente. Cuyas características es; un edulcorante natural muy beneficioso para la salud humana, el extracto es 200 a 300 veces más dulce que la sacarosa.

El objetivo que se propuso la investigación fue para determinar el efecto de la materia orgánica en la concentración de steviosido, en las localidades de Bolinda y Tucupi.

El aporte de la materia orgánica que se aplicó al cultivo influyó en los parámetros agronómicos, como en el crecimiento, desarrollo y en la materia seca de stevia, de acuerdo a los tratamientos aplicados.

La materia orgánica aplicada en sus distintos niveles al cultivo de stevia, influyó en el rendimiento del contenido de steviosido en las localidades de Bolinda y Tucupi.

El tratamiento T4 influyó significativamente en la altura de planta, número de tallos verticales por planta, número de hojas por planta, área foliar por planta y en peso seco por planta, en ambas localidades de Bolinda y Tucupi.

En el análisis estadístico se observó diferencias significativas por efecto de la aplicación de distintos niveles de abono orgánico, los mejores resultados se obtuvieron con tratamiento T4, T3, T2 con respecto al testigo. El análisis de regresión mostró una relación lineal entre las variables en estudio vs. el abono, y existiendo una alta correlación.

Existe una diferencia estadística entre las localidades de Bolinda y Tucupi; donde el cultivo de stevia de la zona de Bolinda es superior a Tucupi en el contenido de Steviosido.

En análisis del contenido de Steviosido, nos muestran que el tratamiento T4 presento 12,87 % de Steviosido seguido por los tratamientos T3, T1 y T2 con porcentajes 11,07; 10,96 y 10,48 respectivamente.

En el análisis Marginal (TRMg) fue el T2 (20.000 kg/ha A. O.O) con 3,36 con relación a los demás tratamientos. En análisis económico del proyecto y costos totales, la mejor alternativa presento el T4 con mejor beneficio neto, y en contraste el tratamiento T2 represento la mejor índice de beneficio costo.

I. INTRODUCCION

El cultivo de stevia tiene importancia socioeconómica en Norte de La Paz, ya que las familias productoras están dando mucha importancia a este cultivo por ser económicamente muy rentable, y se están cultivando en asociaciones e individuales.

La stevia (*Stevia rebaudiana Bert.*), es una planta con propiedades extremadamente favorable para la salud humana, es utilizado como endulzante natural las hojas molidas y sus productos industrializados.

El cultivo se adapta muy fácilmente a cualquier región tropical y subtropical que presente condiciones ideales cuando se desarrolla en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 1700 msnm. Es originaria de Paraguay y sus principios activos son los steviosido y rebaudiosida, que los glucósidos responsables del sabor dulce de la planta. Estos elementos aislados pueden llegar hasta 300 veces más dulce que la sacarosa de caña de azúcar.

Actualmente se estudia para aplicaciones de la salud humana como son; anti caries, enfermedades de la piel, diabetes, cardiotónico y dieta, etc. Y también se aplican en la producción ganadera y agricultura.

La stevia se presenta como una excelente alternativa productora en Bolivia, sobre todo para el pequeño productor que frecuentemente tropieza con dificultades en los precios de sus productos agrícolas. El cultivo de la stevia es minifunditario, no se necesitan grandes extensiones para obtener buenos réditos económicos, desde ¼ de hectárea, basta generar ingresos importantes en las familias rurales.

El cultivo de stevia es una alternativa innovadora y muy rentable, pues presenta condiciones promisorias en los mercados nacionales y mundiales. Es interesante observar el consumo de esta planta, ya sea como mates o como productos industrializados, que están destinados a sustituir el mercado del uso de edulcorantes sintéticos tales como el aspartame, sacarinas, y los ciclamatos. Estos productos cada

vez son más cuestionados pues presentan efectos tóxicos e incluso cancerígenos a los consumidores, que en su mayor parte son diabéticos, obesos o personas con afán de mantener o bajar peso.

El consumo excesivo de caña de azúcar o sacarosa acarrea efectos nocivos para la salud humana, por lo que se estima en el futuro esta planta de stevia está destinada a competir con ellas en mercado mundial.

Como resultado de los trabajos de laboratorio realizados, se conoce actualmente que la stevia tiene varios componentes edulcorantes, los cuatro principales son: steviosido (5 a 10 %), rebaudiosido A (2 a 4 %), rebaudiosido C (1 a 2 %) y dulcosido A (0,5 a 1 %) (Midmore y Rank, 2002).

El cultivo de esta especie constituye una alternativa de producción diversificada muy atractiva no solo en regiones de valle y trópico, se puede extenderse en zonas no tradicionales como el altiplano boliviano bajo ambientes protegidos.

La producción agrícola requiere diversificación de cultivos, de importancia económica que genere mayores ingresos económicos. En este entendido las regiones de Bolinda una zona de los yungas y Tucupí una zona subtropical, presentan las aptitudes para producir este cultivo, como una alternativa.

La producción ecológica de stevia, con el uso de abonos orgánicos como una alternativa para el cultivo y sostenible con principios de conservación de suelo y medio ambiente. Evitando la dependencia de insumos externos.

Según Rodríguez (1982), menciona que los fertilizantes orgánicos además de aportar un buen nivel de materia orgánica, también proporcionan altos niveles de nutrientes como el nitrógeno, potasio y fósforo.

El presente trabajo de investigación tiene por finalidad de proporcionar información sobre la tecnología de producción de orgánica de stevia, teniendo en cuenta que las hojas secas de stevia y el steviosido tienen un alto costo en el mercado nacional e

internacional, de esta manera mejorar los ingresos económicos de los productores de ambas localidades.

Las hojas secas de la planta de stevia, en el mercado se cotizan en función de la concentración de steviosido. Así la compra se realiza de acuerdo al contenido de steviosido (Steviafarma Industrial 2002).

En este sentido el presente trabajo planteo alcanzar los siguientes objetivos:

1.1 Objetivo general

- Evaluar el efecto de cuatro niveles de fertilización orgánica en la concentración de steviosido, de la stevia (*Stevia rebaudiana* Bert.), en dos zonas del norte de La Paz.

1.2 Objetivos específicos

- Determinar la influencia de la materia orgánica (pulpa de café y gallinaza) rendimiento de steviosido.
- Establecer la relación de las características agronómicas de las dos zonas y en el contenido de steviosido.
- Determinar el efecto de la altura sobre el nivel del mar de las dos zonas en la concentración de steviosido.
- Análisis económico de los tratamientos estudiados de las dos zonas.

III. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.14. Origen y Distribución.

Paja (2000) y Pinaya (1996), manifiesta que la stevia (*Stevia rebaudiana Bert.*), su región de origen se encuentra distribuidas entre 22° a 26° latitud Sur y 54° a 57° longitud Oeste, Noreste de las provincias Misioneros de Paraguay y de las zonas adyacentes del estado de Matto Grosso del Sur de Brasil (Sierra Amambal y Mbaracayu), en los departamentos de Amambay, Concepción, San Pedro, Canendiyu, Alto Paraná.

En Japón, China, Corea del Sur, Países del Sudeste Asiático, Europa, Norteamérica y Sudamérica y otros, se cultivan actualmente, para la materia prima de la extracción del edulcorante natural (Sumida, 1997).

En Bolivia fue introducida en 1980, en la región Yapacani, Santa Cruz y en 1993 en la región de los Yungas de La Paz, Valle Central y Bermejo de Tarija (Fundación Bolivia Exporta, 1994).

2.15. Importancia económica del cultivo.

El principal producto de esta planta es la hoja, cuya siembra y cosecha serán preferentemente orgánicas, sin empleo de agroquímicos, lo que dará un mayor valor agregado al producto.

En los últimos tiempos, esta planta ha atraído la atención a muchos debido a que sus hojas poseen una sustancia denominada steviosido, reconocido como uno de los edulcorantes más potentes y sanos del mundo. Por sustituir al azúcar de caña y remolacha y ofrecer a sus consumidores una alternativa sana, constituidas por una mezcla de por lo menos seis glucósidos dipertenicos.

Por tanto es un cultivo innovador, muy rentable, y que presenta condiciones promisorias en el mercado nacional, internacional. El consumo ya sea como hierba o producto industrializado se presenta muy interesante, pues está destinado a sustituir

el uso de edulcorantes sintéticos. A sí mismo en un futuro esta planta está destinada reemplazar el azúcar obtenido de caña o de remolacha (Zubiate F., 2007)

La compra de este producto se realiza de acuerdo al contenido de steviosido (Stevia Farma Industrial, 2002 Apaza, 2003).

Las estadísticas indican que algunos países sustituyen hasta un 30 % de su azúcar con productos edulcorantes sintéticos, y por ser edulcorante natural de stevia, demandaran los consumidores (UEAFIT, 2004),

2.16. Características botánicas, sistemáticas y agronómicas de la stevia.

2.3.5. Clasificación sistemática

Según Cronquist, citado por Gutierrez (2005), se clasifica en:

Sub reino	: Embryobiota.
Division	: Magnoliophyta.
Clase	: Magnoliopsida.
Orden	: Asterales.
Familia	: Asteraceae (Compositae).
Tribu	: Eupatorieae.
Genero	: Stevia
Especie	: <i>Stevia rebaudiana Bert.</i>

2.3.6. Variedades de stevia

Variedad Criolla:

Una ventaja de esta variedad es que puede ser propagada por semilla botánica y esto tipos de plantas son de la descendencia de la variedad, correspondan mayormente a los mismos tipos de plantas que se encuentran en la población madre, pues se aduce que la población está en equilibrio. Sin embargo es posible esperar recombinaciones en la población, lo cual puede ser bien aprovechado para realizar selecciones de genotipos superiores. En su conjunto presenta un porte bajo, llegando a alcanzar un promedio de altura en entre 30 a 60 cm. en los meses de Diciembre o Enero.

Presenta un potencial de rendimiento, en condiciones experimentales, en el primer año de cultivo, de 1.889 Kg./ha./año (en tres cortes). Este rendimiento es sin riego y con una densidad de 100.000 plantas/ha. A nivel de cultivo comercial manejado con buenas prácticas agrícolas, el promedio de rendimiento es de 2000 a 2.200 kg./ha/año. El contenido promedio de la suma de Esteviósido y Rebaudiósido, alcanza valores de 14%, en la segunda cosecha (que es la cosecha más productiva y con mayor contenido de glicósidos totales).

Variedad M1C1:

Es una variedad que se destaca por su precocidad, llegan a tener hasta un 20% de glicósidos, Puede llegar a presentar un 34 % del total de glucósidos corresponde al Rebaudiosido “A” y el 20 % corresponde al Esteviósido. Esto último, la convierte en la variedad más utilizada para la cristalización en la industria.

El rendimiento potencial de la variedad con riego complementario, a una densidad de 100.000 plantas/ha, en el primer año de producción, es de 2.500 kg./ha/año. Llegando hasta los 4,000 Kg./ha/año (Álvarez, E., 2006).

La composición química de la planta de Stevia presenta las siguientes características que se detallan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Composición química de stevia

NUTRIENTES	PORCENTAJE (%)
Proteínas	6,25
Hidratos de Carbono	52,82
Grasa	5,65
Calcio	0,62
Fosforo	0,09
Hierro	0,06
Cenizas	7,53
Humedad	9,75

Molinas (1989) Especificaciones en gramos % sobre hojas secas.

2.3.7. Características botánicas

Es una planta herbácea semiperenne, en su desarrollo óptimo puede alcanzar hasta 90 cm. de **altura**. Las **hojas** son alternas de hasta 5 cm. de largo por 2 cm. de ancho, de forma lanceolada o elíptica, son dentadas, simples, de color verde oscuro brillante y superficie rugosa, a veces algo vellosas, en dependencia de la variedad. **Los tallos** son pubescentes y rectos, ramificándose sólo después del primer ciclo vegetativo, con tendencia a inclinarse. Las **raíces** son mayormente superficiales, aunque una sección engrosada se hunde a mayor profundidad, son fibrosas, filiformes y perennes, y son la única parte de la planta en la que no se presentan los esteviosidos. Es **dioica**, presentando a comienzos de primavera flores pequeñas, tubulares y de color blanco, sin fragancia perceptible, en panículas corimboides, formadas por pequeños capítulos axilares.

La Stevia rebaudiana tarda más de un mes en producir todas las flores, es una planta alógama (fertilización cruzada), por lo que la reproducción por semilla botánica no es recomendable. Los **frutos** son aquenios dotados de vellosidades que facilitan su transporte eólico, pero el mejor método de reproducción para su cultivo es por esqueje, muy superior al de la micropropagación, que tiene un nivel de supervivencia muy bajo. El ciclo productivo de la stevia es de 7 a 8 años (Zubiate, F. Manuel, 2007).

2.3.8. Estudios agronómicos realizados en Bolivia

Pinaya, (1996), realizó el estudio del efecto de la densidad de siembra en el rendimiento de steviosido. En localidad de Palos Blancos, así mismo determinó las variables de respuesta: Altura de planta, peso fresco de la planta, peso seco planta, peso seco de hojas, número de hojas y número de ramas.

Paja (2000), Evaluó niveles de fertilización orgánica en la localidad de San Buenaventura, determinó las variables de respuesta: Altura de planta, peso seco planta, peso seco de hojas, número de hojas por planta, diámetro de tallo, número de tallos y contenido de steviosido.

Apaza (2003), realizó la evaluación agronómica de estevia bajo tres niveles de fertilización nitrogenada en la localidad de Coroico, determinando las variables de respuesta como; Peso de hoja seca, peso planta fresco, número de hojas, altura planta, longitud de hojas, ancho de hoja, número de nudos por tallo, número de tallos verticales, diámetro de tallo, y número de ramas por tallo.

Gutiérrez (2005), realizó el estudio de las características agronómicas y el secado en el contenido de steviosido en la estevia, en localidad de Caranavi, y realizó la evaluación de las características agronómicas, secado y contenido de steviosido de la hoja seca de stevia.

Vallejos (2008), realizó el estudio de efecto de distintas dosis de Abono Orgánico líquido en el comportamiento agronómico de la estevia en localidad de Taipiplaya, determinando las variables agronómicas en el rendimiento, contenido de steviosido.

2.17. Ciclo biológico

Según Pinaya (1996), señala que la emergencia de dos primeras hojas (cotiledones) emiten a los 8 a 10 días, emisión de las dos hojas verdaderas empiezan a los 14 a 17 días, 4 hojas verdaderas a los 20 a 22 días, 6 hojas verdaderas a los 25 a 28 días, todo esto después de la siembra y la formación de botones florales a los 77 a 81 días.

2.18. Requerimientos Agroecológicos de stevia

2.5.9. Fotoperiodo

La planta de stevia desarrolla mejor en fotoperiodo largo, con temperatura moderada y sin periodos largos de sequia. En el siguiente cuadro 2, muestra las condiciones ambientales para stevia.

Cuadro 2. Requerimiento de condiciones ambientales para el cultivo de estevia.

CONDICIONES	CARACTERISTICAS
Región o zona para cultivo	Sub tropical semi húmedo
Precipitación	1400 a 1800 mm.
Temperatura ideal	24 °C
Fotoperiodo	Largo
Intensidad de luz	16 horas
Altitud	300 a 1800 msnm.
Suelo	Franco areno humífero
pH	5,5 a 7,5
Pendiente	5%

Fuente: Cardoso citado por Pinaya (1996)

Candeira et al (2002), menciona que los fotoperiodos largos de 16 horas de luz, aumenta la longitud de entrenudos, área foliar, peso seco, aceleración de la aparición de las hojas y aumentan en el contenido de steviosido. Y reducen a mitad la materia seca, azúcares y proteínas, en fotoperiodos de días cortos, las plantas de stevia crecen lentamente.

2.5.10. Temperatura

El buen desarrollo del cultivo se da en temperaturas de 20 °C. En Paraguay y en las áreas de desarrollo la temperatura media anual está entre 21 y 23 °C. En Japón se desarrolla en áreas donde la temperatura media es de 12 °C (Apaza, 2003; Álvarez et al., 1994 y Cardozo, 1986).

Según Sakaguchi (1982), indica que las temperaturas apropiadas son de 15 a 30 °C y pudiendo soportar temperaturas medias de 5 °C.

2.5.11. Precipitación

Cardozo (1986), menciona que el requerimiento promedio de la precipitación es de 1400 a 1800 mm. anuales, con una distribución normal. En Paraguay las precipitaciones medias son 1400 a 1600mm. Si la plantación de stevia cuenta con riego artificial es suficiente regar 2 a 3 veces por semana (López y Peña, 2004).

2.5.12. Humedad relativa

Según Sakaguchi, citado por Vallejos (2008), mencionan que la humedad relativa óptima para la producción oscila entre 70 a 80 %, la planta puede resistir la humedad pero no la sequia debido a su morfología del sistema radicular.

2.5.13. Altitud

Según Pinaya (1996), indica a nivel mar presenta problemas fisiológicas particularmente de raíz de las altas temperaturas, pero sin embargo mejor respuesta en altitudes que van desde 300 a 1800 msnm.

Sumida (1997), menciona que las plantas silvestres nativas están localizadas en climas tropicales a una altitud de 300 msnm., situado en el plano alto a norte del continente Sudamericano, entre 22 a 25° de latitud Sur y 54 a 56° de latitud Oeste. En Bolivia se ha encontrado con buen crecimiento vegetativo en altitudes que varían entre 450 a 1800 msnm.

2.5.14. Requerimiento edáfico.

Es una planta rustica que se adapta a diferentes tipos de suelos, con un pH de 6 y con un buen agregado de materia orgánica, buena aireación (Paja, 2000).

Los suelos con buenas propiedades físicas son apropiados, buena permeabilidad, suelos areno-arcillo-humitero, de pH 5 a 6,5 son las mas recomendables y que presente buena humedad (Apaza, 2003 y Molinas, 1989).

El cultivo de estevia se adapta a diferentes tipos de suelo con buen drenaje y no tolera agua por varios días o prolongadas inundaciones (CORDEPAZ, 1992).

2.5.15. Requerimiento de nutrientes

Molina (1989), los macronutrientes como N, P, K, Ca y Mg, tienen su mayor absorción durante el crecimiento, durante los días intermedios la absorción es máxima y coincide con el periodo de máxima velocidad de crecimiento, en esta fase

absorbe el 78 % de nitrógeno, 72 % de potasio y 67 % de fósforo. Relativos en todos los ciclos de la planta de stevia.

El potasio es un elemento fundamental para el rendimiento de hoja seca. Con estudios realizados con 40 a 120 kg/ha. el rendimiento se duplicó con la última dosis. Se recomienda 130 a 140 kg. de K_2O /ha, y el nitrógeno incrementa el crecimiento, número de nudos, diámetro de tallo, número de ramas y hojas, pero disminuye el rendimiento de hoja seca (Sakaguchi, 1982).

La deficiencia de fósforo produce trastornos fisiológicos como ser; no sintetizan proteínas, al no existir energía para su síntesis en las uniones peptídicas, los NO_3 que fueron absorbidos deben ser reducidos para pasar a amidas y la consiguiente transformación en proteínas. Cuando falta fósforo no se produce piridoxal (B_6) encargado de esta reacción. Puede existir mucho nitrógeno asimilable pero no es utilizada eficientemente (Tisdale, 1991).

Recientes investigaciones sobre la absorción y acumulación de nutrientes en el cultivo de stevia en parcelas experimentales, se estudiaron dos índices nutricionales; Tasa de Absorción Relativa de Nutrientes (TARN) y Tasa de Acumulación Líquida Organogénica de Nutrientes (TALON), los cuales fueron colectadas 7 veces, cada 15 días a partir del trasplante hasta poco antes del inicio de floración (Lima Filho et al., 2005). (Cuadro 3).

Cuadro 3. Extracción y acumulación de nutrientes correspondientes a una tonelada (TM) de hojas secas.

NUTRIENTES	ELEMENTOS NUTRITIVOS	INDICES NUTRICIONALES	
		ABSORCION (TARN)	ACUMULACION (TALON)
MACRONUTRIENTES (Kg)	N	64,60	130,00
	P	7,60	18,80
	K	56,10	131,50
	Ca	15,80	43,70
	Mg	3,60	8,30
	S	3,60	9,70
MICRONUTRIENTES (gr)	B	89,00	226,00
	Cu	26,00	76,00
	Fe	638,00	2550,00
	Mn	207,00	457,00
	Zn	13,00	33,00

Fuente: Universidad Estatal de Maringa Brasil (2005)

2.5.16. Importancia de Abonos Orgánicos

Según Kolmans y Cervantes, citado por Vallejos (2008), indica para disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en distintos cultivos, está obligando al agricultor la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles en producción. La agricultura ecológica da mucha importancia a este tipo de abonos, y cada vez están utilizando con más intensidad en cultivos intensivos. Tiene la importancia de mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo.

Los abonos orgánicos sirven para nutrir, recuperar y reactivar la vida del suelo, fortalecer la nutrición de la plantas y también estimular la protección del ataque de insectos y enfermedades (Restrepo, 2002).

Jacob A. y Uexkull (1973), indican que la mayoría de los abonos orgánicos (origen animal o vegetal), contienen varios elementos nutritivos (con mayor concentración N, P, K, y micronutrientes en cantidades menores), sin embargo tiene menor concentración en relación a los fertilizantes minerales. Los abonos orgánicos aparte de tener micro y macronutrientes, son beneficiosos para el suelo.

Los fertilizantes orgánicos mejoran las condiciones generales del suelo, mejora la estructura del suelo, reduce la erosión edáfica, ejerce un efecto regulador sobre la temperatura del suelo y ayuda mantener la humedad.

2.5.8.3. Abono de pulpa de café.

La pulpa de café, es uno de los subproductos del cultivo de café que presenta una gran variedad de alternativas para la agricultura, pues debe ser reciclada en su totalidad.

En el Salvador, Suarez de Castro (1960), indica que 100 libras de pulpa de café seca equivale, con base en su composición química, a 10 libras de fertilizante inorgánico de N-P-K, en las proporciones 14-3-37; aquí queda reflejada la alta cantidad de potasio que contiene este subproducto para ser utilizado como abono, especialmente en aquellos cultivos que manifiestan necesidades elevadas de este elemento, como las musáceas (banano, plátano, guineo y estevia).

El uso de pulpa de café como abono orgánico con la finalidad de acondicionar el suelo, mejorando su contenido de humos y estructura, estimulando la vida micro y meso biológica del suelo. El desperdicio de la pulpa de café genera el 60% de la contaminación del agua en las zonas cafetaleras.

La pulpa contiene materias orgánicas y nutrientes. Las concentraciones de P, Ca y P están en mayor cantidad en la pulpa que en el propio grano de café, además de contener Mg, S café, además de contener Mg, S, Fe, y B. Procesado como abono orgánico, estos nutrientes se liberan paulatinamente.

El abono de pulpa café reemplaza ampliamente a la fertilización química (Uribe y Salazar 1983), en las proporciones 13-3-20-5-1+ 54% materia orgánica. El abono orgánico (compostaje) de la pulpa de café (cuadro 4), tiene la siguiente composición química:

Cuadro 4. Composición química de pulpa de café descompuesta.

ELEMENTOS	CONTENIDO (%)
N	4,20%
P2O5	0,30%
K2O	5,30%
CaO	0,90%
MgO	0,20%
M.O.	55%

Fuente: Pasolac, (2010).

La agricultura moderna posee un concepto muy claro y acertada, que el suelo debe ser considerado como un ecosistema muy variado, donde la materia orgánica es transformada como un fuente de alimento y energía que servirá a la gran diversidad macro y micro organismos que lo habitan en el suelo (Centro de Investigación y Capacitación, 2004).

La mayor población de microorganismos se observa en aquellos suelos más fértiles, con alto contenido de materia orgánica, menos degradados.

En muchos países se ha demostrado el éxito, con el uso continuo de materia orgánica, que ha contribuido al incremento (y sostenibilidad) de los niveles de fertilidad y a su vez al incremento de macro y micro organismos presentes en el suelo, que contribuyen a reducir drásticamente las poblaciones de patógenos nocivos.

La importancia de bioabono de la pulpa de café, es importante porque mejora las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo. Es rico en microorganismos benéficos para el suelo y con una amplia gama de macro y micronutrientes disponibles para la nutrición de la planta (GTZ; Secretaria de Agricultura y Ganadería, 2000).

Entre otros beneficios del abono de pulpa de café en la planta:

- ✚ Aumenta notable en el peso fresco y en la longitud del tallo de las plántulas.
- ✚ Disminuye la macha de hierro (*Cercospora coffeicola*).
- ✚ Contribuye al incremento de peso seco y altura de planta.
- ✚ Mejora la permeabilidad, erosión, retención de humedad, inactiva los residuos de plaguicidas, incrementa la flora microbiana.
- ✚ Mayor intercambio gaseoso, mayor actividad de microorganismos, aumento oxidación de materia orgánica, mayor defensa de los cultivos de hongos o bacterias tóxicas, comportamiento como fitoreguladora de crecimiento.

Según Pineda, J. A. (2003).

Cuadro 5. Composición química de la Pulpa de café

ELEMENTOS	UNIDAD	CONTENIDO
pH		7,13
Materia orgánica	%	6,60
Fosforo	p.p.m.	79,09
Potasio	Meq/100 gr. suelo	4,87
Calcio	Meq/100 gr. suelo	21,50
Magnesio	Meq/100 gr. suelo	9,45
Aluminio	Meq/100 gr. suelo	0.01
Zinc	p.p.m	27,00
Manganeso	p.p.m	77,00
Hierro	p.p.m	16,00
Cobre	p.p.m	0,50

Fuente: Laboratorio suelos, IHCAFE, 1999.

2.5.8.4. Abono de Gallinaza.

En su composición química de la gallinaza utiliza tal como lo indica la literatura (NRC, 1983), la gallinaza resulto ser un material con alto contenido de proteína y cenizas. De este último se destacan los elevados niveles fosforo y particularmente calcio, al compararlo con la cama de pollos (Alvarez, 2001; De Andrade et al., 1997), debido principalmente al tipo de dieta que se ofrecen a estas aves (con alto contenido de Ca; Leon et al., 1985).

Cuadro 6. Composición química de Gallinaza

COMPOSICION QUIMICA DE GALLINAZA	
ELEMENTOS	CONTENICO (%)
Materia seca	92,27
Proteína cruda	23,22
Nitrógeno	3,71
Extracto etéreo	6,52
Fibra detergente neutro	60,25
Cenizas	42,36
Calcio	15,41
Fosforo	3,04
Relación Ca:P	--
Cobre (mg/kg)	60

Fuente: Alvares, 2001y De Andrade et al., 1997.

Cuadro 7. Composición química aproximada de abonos orgánicos

MATERIAS	N TOTAL (%)	P2O5 TOTAL (%)	K2O TOTAL (%)	CaO TOTAL (%)	MgO TOTAL (%)	SO3 TOTAL (%)	INDICE ACIDEZ	INDICE BASICO
E. VACUNO	2,0	1,5	2,0	4,0	1,0	0,5	-	(5)
E. CABALLO	2,0	1,5	1,5	1,5	1,0	0,5	-	(5)
E. CABRA	1,5	1,5	3,0	2,0	(6)	(6)	-	-
E. OVEJA	2,0	1,5	3,0	5,0	1,5	1,5	-	(5)
GALLINAZA	5,0	3,0	1,5	4,0	2,0	2,0	7	-

Fuente: Jacob A. y Von Uexkull H. (1973)

(-) Contenido nulo o inferior al 0,5 %

(5) Alcalino o básico

(6) Carece de datos

(7) Acido

2.19. Labores culturales

- **Deshierbe:** no tolera la competencia de nutrientes por nutrientes y por tanto debe efectuarse desde el inicio del desarrollo y crecimiento (Molina, 1990).
- **Aporque:** las plantas necesitan aporcarse después de las lluvias, después de las cosechas, esto reduce al acame o caída de plantas (Sumida, 1997).
- **Riego:** Según Wolf citado por Pajas (2000), indica que el riego no es imprescindible en zonas con buena distribución de precipitación y suelos con buena capacidad de retención de humedad. Se recomienda sistema de riego por goteo en épocas secas para una plantación altamente rentable.

2.20. Plagas y enfermedades

Según Jordán citado por paja (2000), indica que los siguientes representantes de la fauna han sido observados atacando a la planta de stevia:

- ✚ Pulgones o afidos
- ✚ Orugas de follaje y cortadores (Lepidópteros).
- ✚ Cochinillas o chinches harinosos
- ✚ minadores de hoja (Dipteros).
- ✚ Moluscos – babosas (Slugs)
- ✚ Hormigas
- ✚ Coleópteros
- ✚ Arañas rojas (Spider mites)
- ✚ Cigarras salta hojas (Homópteros)
- ✚ barredores de ápice (Lepidópteros)
- ✚ Nematodos nodulares.

Según Apaza y Orrego, citado por Vallejos (2008), indican que las enfermedades más abundantes y dañinas son los hongos que atacan a hojas, tallos, especialmente en épocas de altas temperaturas, exceso de precipitación, suelos pobres y una mala aireación.

Los agentes causales de marchitamiento y manchas foliares se detallan a continuación:

- ***Rhizoctonia sp. y Fusarium sp.*** comúnmente llamado pudrición violácea, aparecen manchas hundidas, cóncavas y oscuras en tallo y raíz, similar a la estrangulación del “Damping off”. provocando marchitamiento. Según Álvarez citado por Vallejos (2008).
- ***Sclerotium rolfsii*** (seda Blanca), ataca al cuello del tallo, provocando marchitamiento y muerte de la planta. se observa abundante formación de estructuras de color blanco con pequeñas esferas que aparecen en la superficie del suelo, también atacan a la raíz. Fortuna Stevia del Paraguay SRL citado por Vallejos (2008).
- ***Septoria steviae***, mancha foliar pequeño de forma irregular de color marrón claro a oscuro, amarillento. También ataca a tallos y raíces. Orrego citado por Vallejos (2008).

2.21. Cosecha

Según Fortuna Stevia de Paraguay SRL, Jordán, y Sakaguchi, citado por Vallejos (2008), indica que la cosecha se realiza antes que los brotes florales empiecen a abrirse o una semana antes, debido a que en esta etapa hay mayor concentración de steviosido. para evitar pérdidas, cosechar después de la evaporación del rocío de la mañana hasta las 10:00 am., el corte se debe realizar a una altura de 7 a 10 cm. con tijeras de podar o machetes bien afiladas.

Según UEAFIT (2004), indica el corte en primavera debe realizarse al ras del suelo (diciembre, enero de 4 a 5 cm del suelo), debido a la temperatura elevada del ambiente.

2.22. Post cosecha

Esta actividad de secado es muy importante y se debe realizarse con mucho cuidado con el fin lograr la calidad del producto, y se siguen los siguientes pasos:

- ✚ El secado se debe realizar directamente exponiendo al sol, si las condiciones intensidad solar y humedad relativa lo permiten, en caso contrario es necesario la construcción del galpón o secadero artificial.
- ✚ Extender en capas delgadas las ramas cosechadas, evitando el amontonamiento de tal forma que no se presente aplastamiento de hojas.

Según Fundación Bolivia Exporta citado por Gutiérrez (2005), una vez realizado el corte de stevia, se lleva sobre una superficie de cemento o tolvas, para extender las ramas a una sola camada para que el sol tome todas las hojas en forma uniforme y remover 2 a 3 veces durante las horas de secado. Aproximadamente en 7 horas seca, de una humedad de 85 % a 10%.

Se debe evitar oxidaciones endógenas por que disminuye las propiedades de edulcorante, quemadura externa que daña el color, debe ser color verde mate, nunca de color oscuro marrón y en el secado la humedad debe llegar hasta 10%, preferiblemente de 7 a 8 % de humedad (Sakaguchi 1982).

La importancia de secado es mantener las características biológicas, químicas y físicas que debe poseer el producto después de la cosecha. Con ello se consigue las ventajas; permite almacenar el producto por periodos prolongados sin el peligro de deterioro. Para lograr los mejores resultados se debe secar en sombra, hasta llegar con una humedad de 11 a 13 % (Gutiérrez, 2005).

2.23. Rendimiento

Sakaguchi (1982), en Japón los rendimientos de hoja seca varían entre 3.000 a 3.500 kg/ha. en primer año, 4.000 a 5.000 kg/ha en segundo año, 4.000 a 6.000 kg/ha. tercer año y a partir de cuarto año disminuyen los rendimientos de hoja seca, con rendimiento de steviosido de 14 a 15% y en Brasil llega de 6 a 7 % de steviosido.

Según Chang y Cook citado por Vallejos (2008), menciona con 100.000 plantas/ha. se obtuvo un rendimiento de hojas secas de 2.500 kg/ha., pudiendo extraerse del mismo 320 kg. de steviosido, con contenidos de 3 a 8 % de steviosido en hoja seca, 1 % de rabaudio A, 0,2 % de dulcosido A, 0,3 a 0,4 % de rabaudio D y E.

Pinaya (1996), con una densidad de plantación de 40.000 a 100.000 plantas/ha. se obtuvo en promedio de 2.040 a 3.600 kg/ha/año de hoja seca y con un rendimiento de 5,17 a 6,26 % de steviosido respectivamente.

Pajas (2000), determina con el tratamiento 45.000 kg/ha. de abono orgánico vacuno, se obtuvo un rendimiento de 3275 kg/ha/año, con un contenido de 21 % steviosido.

Apaza (2003), con tratamientos de 60 Kg. N/ha/año, presentó el mayor rendimiento de 14.111 y 7010 kg/ha/año, frente al tratamiento (0 kg. N/ha/año) con 2.544 kg/ha/año.

Vallejos (2008), con tratamiento de 15 % Abono Orgánico Líquido, se obtuvo los rendimientos de 3.312 kg/ha/año, con 10,5 % de steviosido, frente al testigo con rendimiento 1.868 kg/ha/año con contenido de 8,7 % de steviosido. Con 4 cosecha anualmente.

2.24. Características Generales de Steviosido.

El steviosido es un producto polvo blanco, cristalino extraído de las hojas de stevia rebaudiana (Johnson, 1990).

Según Stevia Industrial S. A., citado por Paja (2000), el steviosido es un edulcorante natural con más de 300 veces más dulce que la sacarosa, y tiene una estabilidad en procesos industriales, presenta las siguientes características físicas y químico (cuadro 8).

Cuadro 8. Propiedades físico-químico de Steviosido.

CONDICIONES	CARACTERISTICAS
Estado cristalino	Blanco marfil e incoloro
Solubilidad	En agua (minimo 800 mg/l)
Punto de fusión	168 a 200 °C
Formula química	C ₁₈ H ₆₀ O ₃₈
Peso Molecular	804,9

Fuente: Inga Stevia Industrial S. A. (1987)

La estructura química fue dilucidada por Moseittig *E. et Al.* en 1963, siendo la aglucona el esteviol.

En 1982, Tanaka aisló cuatro glucósidos dulces adicionales, presentes en menor porcentaje, a los cuales denomino rabaudiosidos A, C, D y E.

Inga Stevia Industrial S. A. citado por Gutiérrez (2005), indica que el esteviosido es un edulcorante natural, no es un producto artificial obtenido en ningún laboratorio, es un extracto totalmente natural de la hoja de la planta de stevia y tiene una estabilidad en procesos industriales (cuadro 9).

Cuadro 9. Ventajas del uso de edulcorantes

CONDICIONES	CARACTERISTICAS
Dulzor	Edulcorante natural con 300 veces más dulce de sacarosa.
Estabilidad térmica	A temperaturas normales procesamiento de los alimentos
Estabilidad al pH	Es estable a un rango 3 a 9 PH a un 100 °C por encima de pH 9 se produce una rápida pérdida de dulzor.
Toxicidad	Es un edulcorante seguro y no se observa evidencia de Toxicidad aguda y subaguda.
Metabolismo	No hay evidencia que el steviosido se metabolice en el hombre por medio de las enzimas digestivas a esteviol y glucosa (esteviol inhibe la fosforilación oxidativa in vitro)
Usos	En gomas de mascar, caramelos, premezclas en tortas, bebidas de bajo contenido calórico, productos medicinales de higiene bucal.

Fuente: Inga Stevia Industrial S. A. (1987)

2.25. Análisis de la situación actual.

2.12.1. La stevia en Bolivia

La producción de stevia es una actividad relativamente nueva, desde 1991 se ha trabajado en aplicar una política de la stevia. En el siguiente cuadro se mencionan los diferentes momentos en que se desarrollaron proyectos.

En Bolivia la stevia, esta destinada principalmente al mercado de acullico y un porcentaje a las empresas de producción de derivados (CASTEBOL, 2009; IBCE, 2010).

Como se menciona antes, la stevia en Bolivia tiene dos destinos, el de acullico (mascado con coca), donde se vende en bruto y no presenta gran importancia el nivel de rabaudosido y steviosido. Dentro del mercado del acullico la stevia es más apreciada y tiene un precio entre 50 y 80 Bs. por kilogramo (ACDI-VOCA, 2010).

Cuadro 10. Experiencias del desarrollo de la stevia en Bolivia.

Año	Institución	Objetivo	Resultados
1991	Bolivia Exporta-USAID	El cultivo de la (<i>Stevia rebaudiana Bert.</i>) Fue difundida en los Yungas del Departamento de La Paz, por la fundación Bolivia Exporta. El objetivo del Proyecto Piloto fue de evaluar posibilidades técnicas, económicas de la producción de stevia, coordinar e intercambiar asistencia técnica a los productores y establecer un sistema de comercialización eficiente y permanente que permita garantizar la rentabilidad de este cultivo.	Se identificó zonas potenciales de producción de stevia en el departamento de La Paz.
1997	IICA-Ministerio de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural	Identificación de zonas potenciales de producción de stevia en Bolivia, Propuesta de una política nacional de stevia.	Creación del CNIDE centro nacional de investigación y desarrollo de la stevia.
2002	Embrapa	Identificación de zonas potenciales de producción de stevia. Propuesta de un programa de stevia.	Una propuesta sería de Embrapa para cultivar y comprar stevia a los productores de stevia en Bolivia.
2007	M.D.R y T	Identificación de zonas potenciales de stevia, desarrollo de una política Nacional de stevia.	Planteamiento de una política nacional de la stevia en Bolivia.
2008	ACDI / VOCA Vice ministerio de la coca.	Desarrollo de una propuesta para el cultivo alternativo de stevia en las zonas denominadas de "Desarrollo Alternativo".	Se tiene planificado un cultivo de 25 Has. Para el 2011.

Fuente: Sumida 1997, Arteaga et al; 2007; Cipe, 2009.

2.12.2. Producción nacional de stevia.

Se conoce que en La Paz (Nor y Sud Yungas) se llevaron a cabo pruebas de adaptabilidad de cultivo, validando las variedades de: Bertoni, Eirete y morita I. Estos estudios fueron financiados por ONGs e Instituciones Estatales (Sumida, 1997; Cipe, 2009). La stevia que se destina para la producción industrial de derivados de stevia, vale por la cantidad de rabaudiosido y steviosido que contenga. En esta caso, el

producto final cristalizado cuesta entre 8 y 10 Bs. el gramo. En su efecto el precio del kilo de stevia está en función a la concentración de steviosido que llegue contener. No se puede definir de manera precisa el tamaño de la producción en Bolivia, por razones de falta de un proceso censal del predio del cultivo.

Sin embargo, basado en las visitas de campo de las zonas productoras y la revisión de fuentes secundarias como Sumida (1997), Arteaga et al (2007 y Cipe (2009) se plantea que la producción de stevia (por hectárea) en Bolivia por departamento es la siguiente:

Cuadro 11. Producción de stevia por departamento.

Departamento	Numero de Hectárea
La Paz	14,80
Cochabamba	17,80
Tarija	7,24
Santa Cruz	10,00
Total	49,84

Fuente: Montenegro H. 2011.

2.12.3. Producción de stevia departamento de La Paz.

Las zonas de producción de stevia a nivel nacional se circunscriben al norte del departamento de La Paz. (Yungas y Alto Beni). A continuación se muestran la producción de stevia por municipio de los últimos 5 años.

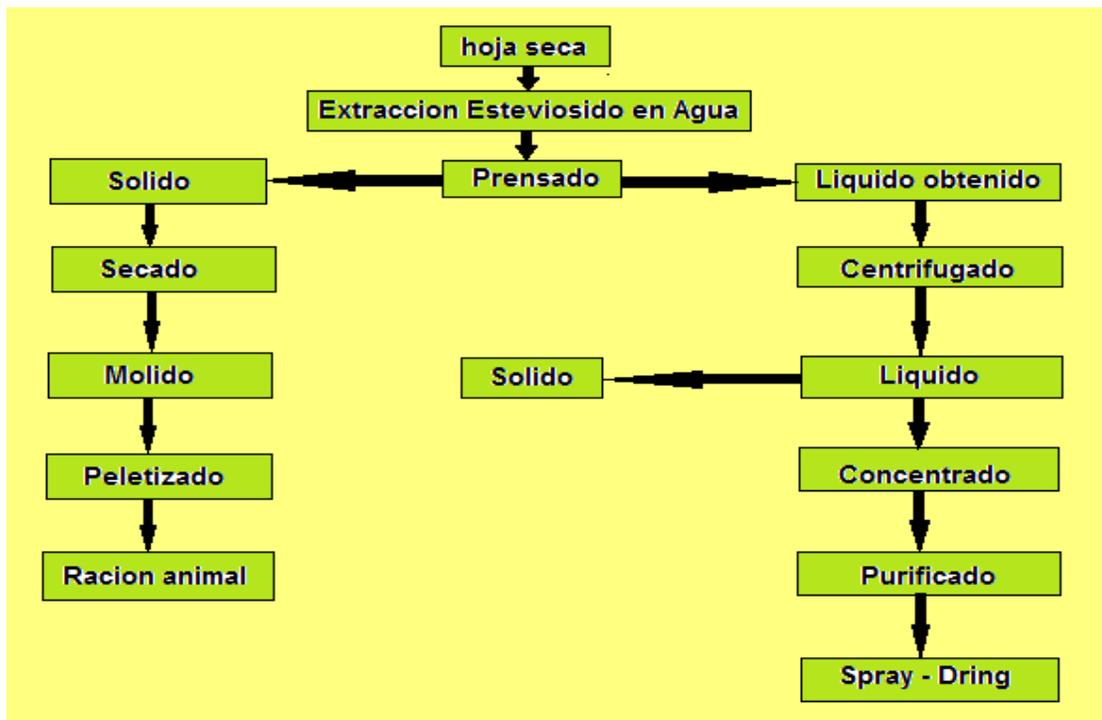
Cuadro 12. Comparación de producción de stevia, año 2010

Lugar	Cultivo (Ha.)	Cantidad cosechada por año	Producción anual (Kg.)
Coroico	0,50	6,00	480,00
Caranavi	4,00	6,00	4800,00
La asunta	5,00	6,00	7200,00
Irupana	0,26	6,00	240,00
Palos Blanco	2,00	6,00	1980,00
Chulumani	0,25	6,00	240,00
total	12,01	36,00	14940,00

Fuente: Montenegro H. 2011.

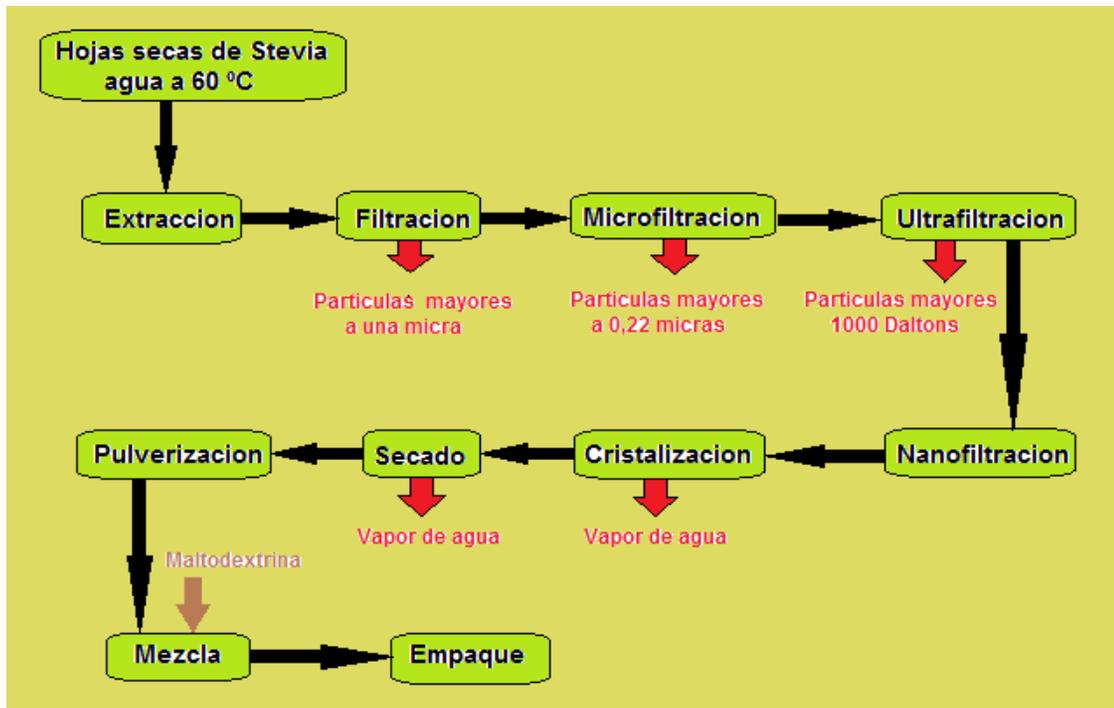
2.26. Métodos de extracción de Steviosido.

Según López y Peña, citado por Vallejos (2008), menciona que existe métodos patentados para la extracción de esteviosido, los cuales son: extracción en solvente, proceso de membrana, absorción cromatografía, intercambio iónico, precipitación, precipitación selectiva, fluidos supercriticos entre otros (figura 1).



Fuente: INGA STEVIA INDUSTRIAL S. A. 1982

Figura 1. Proceso tradicional de extracción de esteviosido



Fuente: López y Peña, 2004.

Figura 2. Proceso de obtención de esteviosido en polvo.

IV. MATERIALES Y METODOS

3.5 Descripción de las regiones de estudio.

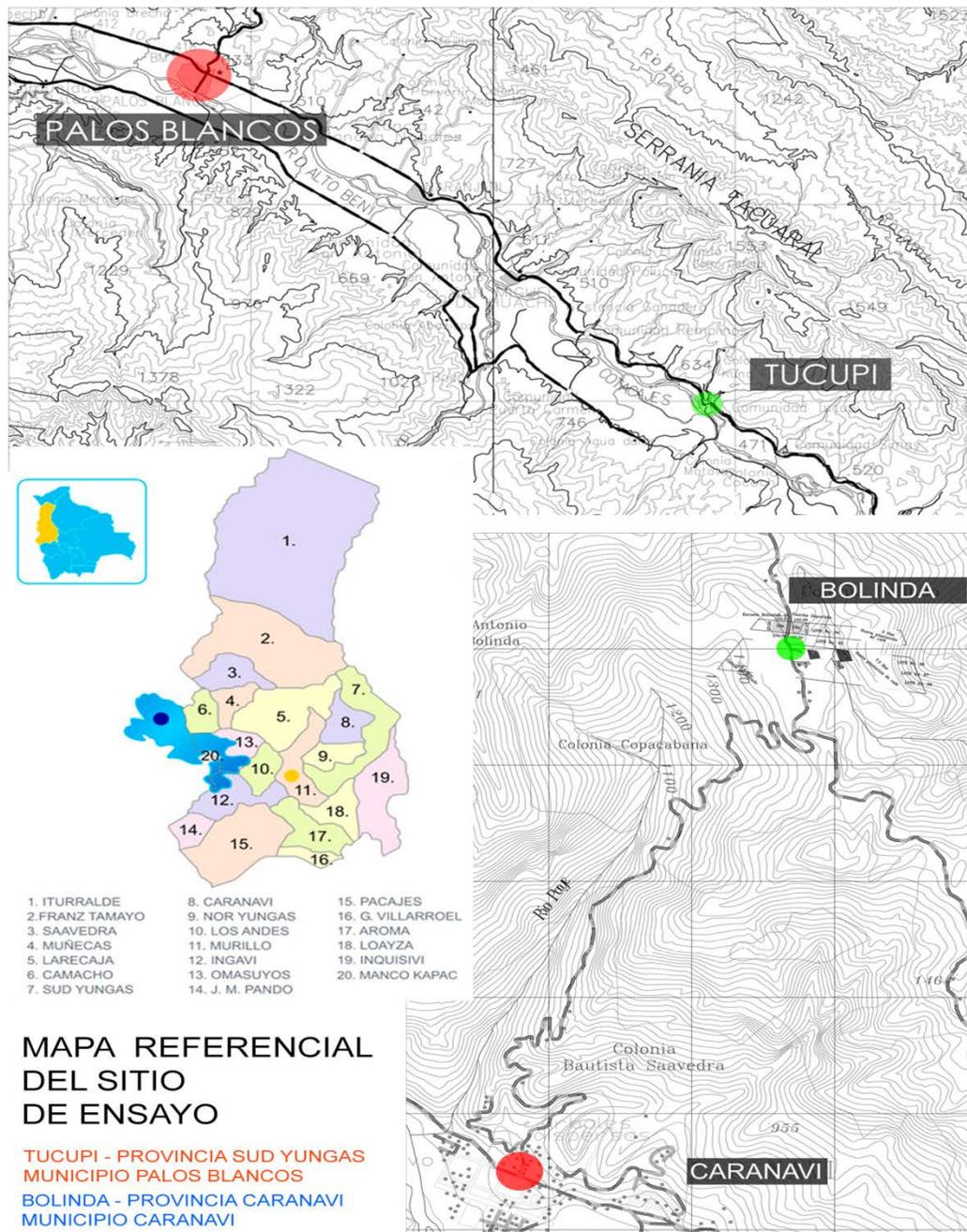
3.1.1. Localización.

El presente trabajo de investigación se realizó en el periodo agrícola de 2011 - 2012, en el norte del departamento de La Paz, en los municipios de Caranavi y Palos Blancos, en las localidades de Bolinda y Tucupi respectivamente, zonas agroecológicas.

La localidad de **Bolinda** ubicada en la provincia Caranavi del departamento de La Paz, queda ubicada geográficamente entre las coordenadas 67° 32' 52" de longitud oeste y 15° 47' 32" latitud sud. y altura comprendida a nivel del mar 1500 msnm. Ubicada a una distancia de 15 Km. de la población de Caranavi, en las propiedades agrícolas de COSSMIL (Figura 3).

Y **Tucupi** se encuentra ubicada en municipio de Palos Blancos de la provincia Sud Yungas coordenadas 67° 10' 44" de longitud oeste y 15° 44' 33" latitud sud, y a una altura de nivel del mar 500 msnm. Ubicada a una distancia de 50 Km. de la población de Palos Blancos (Figura 3).

Figura 3. Mapa de Ubicación de las dos zonas de estudio.



3.1.2. Características Fisiográficas.

Según Holdrig (1987), son zonas de vida bosque húmedo montañoso subtropical (bmh-MBST) y bosque subtropical (bh-ST), zonas de mayor pendiente.

La zona de Caranavi, corresponde a la región sub-tropical y valles, el cual caracteriza por el predominio de áreas de climas húmedas hasta pluviales combinados con suelos de fuerte relieve, sometido a procesos de remoción de masas de suelo y en consecuencia muy erosionables. La mayor parte de la región presenta alternativas de producción (Quisberth, 2004)

Y el municipio de Palos Blancos, región sub tropical, con una llanura aluvial, relieves planos o suavemente ondulados, su suavemente inclinados hacia los ríos, es también llamada llanura estabilizada, siendo su erosión casi nula por la cobertura vegetal que presenta (Cumat, 1984). Es una zona donde se han depositado materiales finos como la arcilla, limo y habiendo evolucionado en condiciones de drenaje imperfecto ha moderado como resultado de la disminución de gradientes de los ríos. Estas llanuras son originarias de continuos cambios de cursos de los ríos, lo que hace que estos depositen materiales, dejando los antiguos lechos como parte elevadas, condicionando una discontinuidad de áreas fácilmente reconocibles por su posición ligeramente alta.

3.1.3. Clima.

En el área de **Bolinda** donde se desarrollo el presente trabajo de investigación, se tiene un clima subtropical cálido, a una altura de 1500 msnm., con temperatura promedio oscila entre 17,20 °C a 22,00 °C (en los meses julio, agosto y septiembre), precipitación entre 59 a 80 mm. mm/mes (en los meses de ensayo), con una humedad relativa de 75%, con vientos variados (Quisberth, 2004), según Holdrig (1987), son zonas de bosque húmedo montañoso subtropical (bmh-MBST) y bosque subtropical (bh-ST), zonas de mayor pendiente.

Y la zona de **Tucupi**, (Cumat, 2984), de acuerdo al sistema de clasificación de zonas de vida propuesta por Holdrige (1975), que utiliza los factores bioclimáticos, como

temperatura, precipitación y evapotranspiración, corresponde a la zona de vida clasificada como bosque húmedo subtropical con una vegetación es más desarrollada, presentando arboles de 35 metros de altura y con una biotemperatura media anual esta alrededor de 22 °C. Con una altura 500 msnm., con temperatura media entre 22,50 °C a 25,50 °C (julio, agosto y septiembre), con precipitación entre 110 a 125 mm/mes. (meses de ensayo), y con una humedad relativa de 80 %.

3.1.4. Vegetación.

La vegetación con mayor predominancia en las dos zonas se presenta en el cuadro 13.

Cuadro 13. Vegetación predominante en la zona

NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTIFICO
BOLINDA	
Siquili	<i>Inga spp.</i>
Platano	<i>Musa sp.</i>
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>
Palto	<i>Persea americana</i>
Cedro	<i>Cedrella fissilis</i>
Lima	<i>Citrus limeta</i>
Llausamora	<i>Heliocarpus americanus</i>
Naranja	<i>Citrus sinensis</i>
Chilca	<i>Vermonia patens</i>
Nogal	<i>Juglans soratensis</i>
Ambaigo	<i>Cecropia membranacea</i>
Chiro	<i>Euterpe precatoria</i>
Leche leche	<i>Sapium sp.</i>
Café	<i>Coffea arabica</i>
Té	<i>Thea sinensis</i>
TUCUPI	
Cedro	<i>Cedrella sp.</i>
Sangre de toro	<i>Virola sp.</i>
Pacay	<i>Inga edulis</i>
Ambaigo	<i>Cecropia membranacea</i>
Almendrillo	<i>Coumarouna sp.</i>
Balsa	<i>Ochroma lagopus</i>
Bibosi	<i>Ficus Sp.</i>
Motacu	<i>Scheelea princeps</i>
Platano	<i>Musa sp.</i>
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>
Palto	<i>Persea americana</i>
Naranja	<i>Citrus sinensis</i>

Fuente: Elaboración propia

3.6 Materiales.

3.2.1. Material Vegetal.

El material vegetal que se utilizó para presente trabajo de investigación fueron las matas (raíz desnuda) de la especie *Stevia rebaudiana* Bert., procedente de la comunidad de Santa Fe, Caranavi, las cuales fueron introducidas de Paraguay en año 1980.

3.2.2. Materiales y Herramientas de Campo.

Durante la investigación se utilizó los siguientes materiales y herramientas; estacas, lienzos, letreros, termómetro, GPS, Balanza analítica de precisión, picota, pala, azadón, rastrillo, carretilla, flexómetro, cinta métrica de 50 metros, tijera de podar y machetes, etc.

3.2.3. Material de Laboratorio

Para determinar la concentración de Steviosido, se utilizaron los siguientes equipos y reactivos químicos, en laboratorio instituto SELADIS como ser:

Equipos:

- Buretas
- Pipetas
- Embudos buchner
- Balanza analítica de precisión
- Espectrofotómetro con cubeta de un centímetro de espesor.
- Centrifugadora
- Molino Wilwy con colador de 40 mesh.

Reactivos:

- Metanol p.a.
- Éter etílico p.a.
- Carbón activado
- Solución patrón de glucosa (50 mg. de glicose p. A/l⁸)
- Solución antrona (0,2 g/100 ml. de ácido sulfúrico 96 % p.A).
- Solución de acetado de zinc.
- Solución ferrocianato de potasio.

3.2.4. Fuente de Abono Orgánico

Se utilizó como fuente de materia orgánica, la pulpa de café y estiércol de gallinaza descompuesta (80% pulpa de café y 20 de gallinaza).

3.7 Metodología.

3.3.1 Diseño Experimental

El diseño experimental que se aplicó en el presente trabajo de investigación fue Bloques Completamente al Azar, en dos localidades, distribuidas en cuatro bloques, con cuatro tratamientos y cuatro bloques. Los cuales fueron sorteados al azar con la finalidad de hacer una distribución de los tratamientos en el campo. Se utilizó este diseño por el gradiente de heterogeneidad que presentaba el terreno (Steel y Torrie, 1996 y Calzada, 1982). El modelo aditivo lineal, es el siguiente:

$$Y_{ijk} = u + \alpha_i + \beta_j(\alpha) + T_k + (\alpha\beta)_{ik} + E_{ijk}$$

Donde:	Y_{ijk}	= una observación cualquiera
	u	= media poblacional
	α_i	= efecto de la i-esima localidad (i=2)
	β(α)_{j(i)}	= efecto del j-esima bloque dentro de cada localidad
	T_k	= efecto del k-esima tratamiento
	(αβ)_{ik}	= efecto de la interacción localidad por tratamiento
	E_{ijk}	= error experimental

3.3.2 Tratamientos

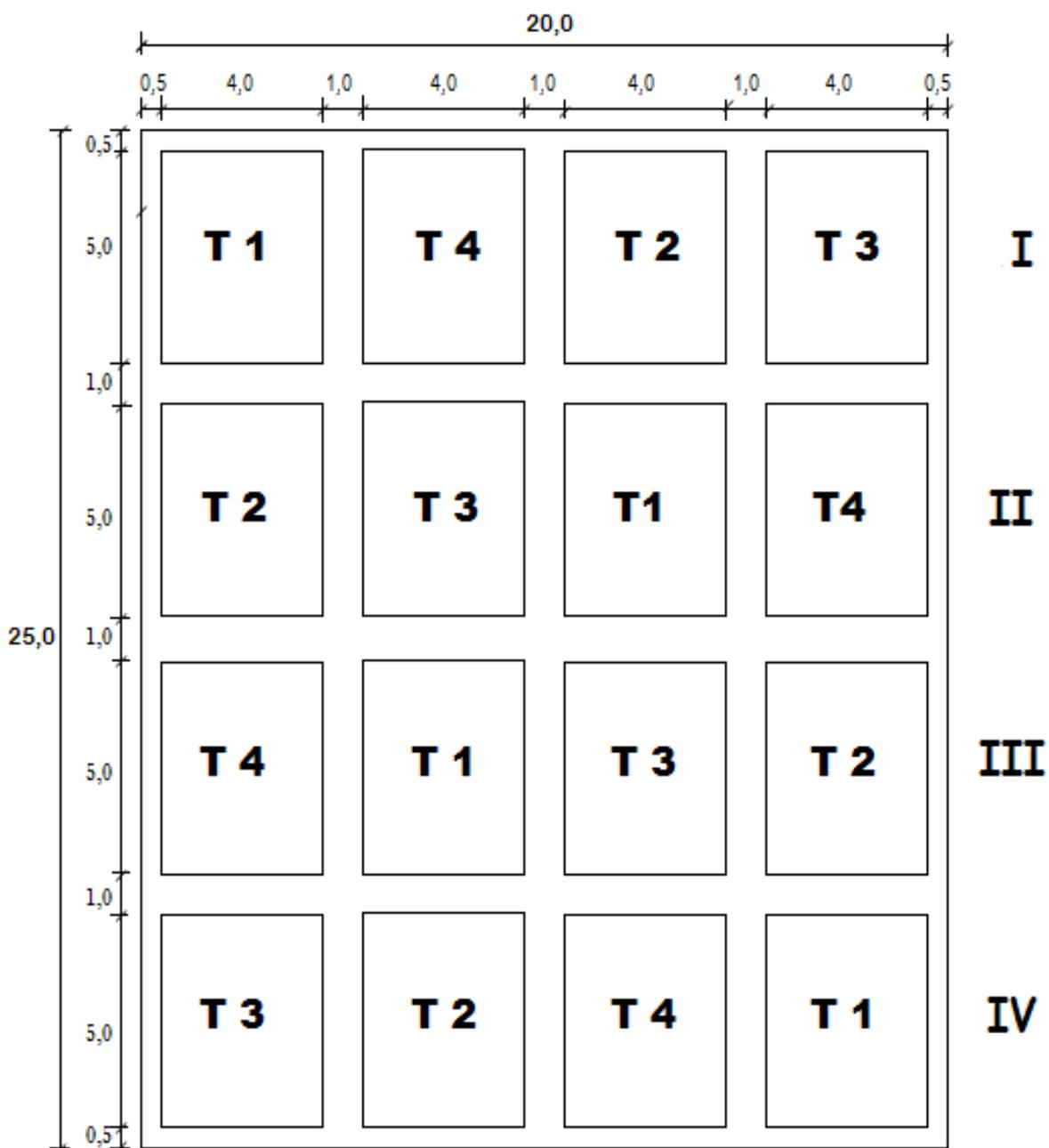
- T1 = 0 Kg/ha. de abono orgánico (Testigo)
- T2 = 20.000 Kg/ha. de abono orgánico (80 % pulpa café + 20 % gallinaza)
- T3 = 40.000 Kg/ha. de abono orgánico (80 % pulpa café + 20 % gallinaza)
- T4 = 60.000 Kg/ha. de abono orgánico (80 % pulpa café + 20 % gallinaza)

3.3.3 Dimensiones del Área de Experimento.

Cuadro 14. Dimensión de área Experimental.

Largo de la parcela	25 m.	No. de surcos / U.E.	10
Ancho de la parcela	20 m.	No. de unidad experimental	16
Superficie de la parcela	500 m ² .	Distancia de surcos	0,50 m.
Largo de U.E.	5,0 m.	Distancia entre parcelas	0,20 m
Ancho de U.E.	4,0 m.	No. plantas /U.E.	200 pl.
Superficie de U.E.	20 m ² .	No. plantas de la parcela	3200 pl.
Superficie neta de las parcelas U.E.	320 m ² .	Distancia entre calles	0,50 m.
Superficie neta total	500m ²	Superficie efectiva por Bloque	80 m ²

3.3.4 Croquis del Área Experimental



- 1) L1 y L2 LOCALIDADES (L1 Bolina - L2 Tucupi)
- 2) I, II, III, y IV BLOQUES
- 3) T1, T2, T3 y T4 TRATAMIENTOS

Figura 4. Croquis del área experimental de las localidades de Bolinda y Tucupi

3.3.5 Muestreo

Se realizó un muestreo simple al azar de 10 plantas por unidad experimental, haciendo un total de 160 plantas por zona y un total de 320 plantas, en la cuarta cosecha del año.

3.3.6 Tamaño de la Muestra

El tamaño de la muestra para una población finita se calculó con la siguiente fórmula (Mira et al. 1997), la cual es:

$$n = Z_a^2 \frac{N \cdot p \cdot q}{i^2 (N - 1) + Z_a^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

n = Tamaño muestral

N = Total de individuos de la población.

Z = Valor correspondiente a la distribución de Gauss 1,96 para $\alpha=0,05$ y 2,58 para $\alpha=0,02$

p = Prevalencia esperada del parámetro a evaluar. En caso de desconocerse, aplicar la opción más desfavorable ($p=0,5$), que hace mayor el tamaño muestral.

q = 1- p (Si p = 30 %, q =70).

i = Error que se prevé cometer. Por ejemplo para un error del 10%, introducimos la fórmula el valor 0,1. Así, con un error del 10%, si el parámetro estimado resulta del 80%, tendríamos una seguridad del 95 % (para $\alpha=0,05$) de que el parámetro real se sitúa entre 70 y 90 %. Vemos por tanto que la amplitud total del intervalo es el doble del error que introducimos en la fórmula.

3.3.7 Análisis estadístico.

Análisis de Varianza..

El diseño experimental utilizado en el presente estudio fue Bloques Completamente al Azar en dos localidades, distribuidas en cuatro bloques, cuatro tratamientos y cuatro bloques, con un nivel de significancia de 5 %.

Coefficiente de Variación (CV).

Para determinar la confiabilidad de los análisis, se obtiene el coeficiente de variación en función a la siguiente fórmula:

$$CV = \left(\frac{CME}{x} \right) * 100$$

Donde:

CV = Coeficiente de variación (%)

CME = Cuadrado medio del error

x = Media poblacional.

Regla de decisión de ANVA.

Pr > 0,05 : No existe diferencia significativa = Se acepta la hipótesis nula (Ho).

Pr < 0,05 : Existe diferencia significativa = Se acepta la hipótesis alterna (Ha).

Pr < 0,01 : Existe diferencias altamente significativa = Se acepta la hipótesis alterna (Ha).

Comparación de medias.

Se utilizo la prueba de Duncan, para comparar las medias, cuando los resultados son significativos en el análisis de varianza.

3.3.8 Evaluación de los parámetros agronómico

El presente trabajo de investigación se realizo en parcela del cultivo establecido, y se evaluaron en la etapa de antes de la floración, en la gestión 2012 y pero dicha parcela fue establecida un año antes del ensayo.

3.3.8.1. Determinación de influencia de la materia orgánica en el rendimiento de Steviosido.

Para determinar la influencia de la fertilización orgánica (80 % pulpa de café y 20 % gallinaza), se realizaron las mediciones de las variables agronomicas una sola vez en la etapa de la cosecha y se evaluaron los siguientes:

Variables de Crecimiento.

- **Altura de la planta (cm)**, se tomo las mediciones de 160 plantas por localidad, desde la base hasta el ápice de la planta, con la ayuda de un flexometro. En la fase de aparición botones florales a los 52 días (12/oct./2012), desde el tercer corte (Cosecha). Y Esta misma actividad se realizo el día siguiente en la localidad de Tucupi.
- **Área foliar por planta (cm²)**, para determinar este variable se tomaron las muestras de las hojas más representativas de la planta, de tres lugares (inferior, medio y superior). Se tomaron 15 hojas por planta, para luego ser calcados sobre un papel milimetrado, determinando así el área foliar en cm² por planta. A los 52 días desde el tercer corte, en fecha 12 de octubre del 2012. Y esta misma actividad se realizo el día siguiente en la localidad de Tucupi.

Variables de Produccion y Rendimiento.

- **Número de tallos verticales por planta**, para la cuantificación de esta variable, se realizo el conteo visual de número de tallos verticales por planta, de las 160 plantas seleccionadas al azar de acuerdo los tratamientos por localidad en el cuarto ciclo del cultivo al momento de la cosecha, en fecha 12 de octubre del 2012. Y esta misma actividad se realizo el día siguiente en la localidad de Tucupi.

- **Número de hojas por planta**, se realizó de igual forma que las anteriores variables al momento de la cosecha, efectuando para ello un conteo minucioso de número de hojas por planta de acuerdo a los tratamientos de ambas localidades, en fecha 12 de octubre del 2012. Y esta misma actividad se realizó el día siguiente en la localidad de Tucupí.
- **Peso seco por planta (g/planta)**, la cosecha se realizó hasta 10:00 a.m. para luego ser secado a la radiación solar por tratamiento durante 7 horas, y se procedió con el pesaje del peso seco por planta de acuerdo a los tratamientos de los 160 plantas seleccionados por localidad, en fecha 12 de octubre del 2012. Y esta misma actividad se realizó el día siguiente en la localidad de Tucupí.
- **Rendimiento de peso seco de hoja por planta (g/planta)**, una vez cosechada y luego secado hasta una humedad de 10 %. se procedió a la separación de las hojas secas de la planta seca, y luego se pesó de hojas secas por planta, de acuerdo a los tratamientos de las 160 plantas por zona y ordenadas por unidad experimental, en fecha 12 de octubre del 2012. Y esta misma actividad se realizó el día siguiente en la localidad de Tucupí.
- **Rendimiento promedio de hoja seca por cosecha**, la medición de esta variable (kg/ha), se determinó en función a la densidad de plantación por hectárea.

Análisis estadístico.

Los datos registrados (anexo 4), fueron sometidos al análisis estadístico (ANVA), para ello se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar, en dos localidades, distribuidas en cuatro bloques, con cuatro tratamientos. Para la sistematización de los datos se utilizó el paquete de "SAS system".

Para la descripción cualitativa del efecto del abono orgánico con relación a los variables dependientes (variables de estudio) se procedió al análisis de varianza de

las variables en estudio, para determinar de influencia significativa de la materia orgánica en la concentración de Steviosido.

Para determinar la diferencia entre tratamientos que existe, se utilizó la prueba de comparaciones múltiples de “Duncan” a nivel de significancia de 0,05.

Análisis de contenido de Steviosido.

Los datos obtenidos mediante Espectrofotometría UV-Vis, fueron expresados en porcentaje por tratamiento, para ambas localidades. Para tener una significancia clara, los datos fueron llevados a un análisis estadístico; de análisis de varianza y prueba de Duncan, para ver el grado de relación existente entre los tratamientos, entre localidades y en la concentración de Steviosido con distintos niveles de abono orgánico.

3.3.8.2. Relación de las características agronómicas de las dos zonas y en el contenido de Steviosido.

Para determinar la diferencia de las características agronómicas entre las localidades y en contenido de Steviosido, se realizaron los registros correspondientes de las variables de crecimiento y rendimiento del cultivo en ambas localidades. Y en el contenido de Steviosido se realizaron los análisis en el laboratorio de SELADIS.

Para determinar la influencia de la fertilización orgánica (80 % pulpa de café y 20 % gallinaza), en las características agronómicas de las dos zonas en estudio se realizaron las mediciones de las variables de crecimiento y rendimiento, en la etapa de la cosecha.

Y se evaluaron los resultados registrados de las variables de crecimiento y rendimiento (anexo 4) utilizando el análisis estadístico (ANVA), para verificar las diferencias entre las localidades y tratamientos. Y también se utilizó la prueba de comparaciones múltiples de “Duncan” a un nivel de significancia de 5 %.

3.3.8.3. Determinación del efecto de la altura sobre el nivel del mar de las dos zonas en la concentración Steviosido.

Comparación entre localidades.

A través de un análisis de varianza (**ANVA**) se determinó el efecto de la altura en el contenido de Steviosido, para ello se registraron los variables de crecimiento y rendimiento de las dos zonas (Bolinda y Tucupi) en estudio.

También se registraron los datos climáticos y altitudes a nivel del mar, de ambas zonas donde desarrollo en ensayo. Dichas informaciones nos facilitaron a determinar la influencia en los resultados del crecimiento y rendimiento del cultivo de stevia.

El diseño experimental utilizado en el presente estudio fue Bloques Completamente al Azar en dos localidades, distribuidas en cuatro bloques, cuatro tratamientos y cuatro bloques, con un nivel de significancia de 5 % y la prueba de Duncan.

3.3.8.4. Análisis económico de los tratamientos estudiados de las dos zonas.

En el presente trabajo de investigación, para obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos, se utilizó el método de la evaluación de presupuestos parciales, recomendados por Perrin (1988).

De acuerdo al método empleado por CIMMYT, se realizó el análisis, considerando los **costos que varían, rendimientos medios, rendimientos ajustados, ingreso bruto, ingreso neto y tasa de retorno marginal**. El método permite identificar y evaluar los beneficios económicos relacionados en distintas localidades, con diferentes niveles de tratamiento, también permiten identificar insumos y productos propios de cada tratamiento (Perrin, 1988).

El trabajo de investigación están dirigidas al agricultor, para dar una alternativas en la producción del cultivo de stevia. En este sentido el presente trabajo de investigación pretende determinar costo menores de producción, para obtener mayores rendimientos y por ende mejores ingresos económicos.

El análisis económico, determinara las pautas para optar los mejores tratamientos, tanto en el rendimiento como en la obtención de beneficios frente a las diferentes alternativas de producción de stevia.

Para este análisis se empleo la metodología de “presupuestos parciales” (costos y beneficios de los tratamientos alternativos) y análisis marginal (cálculo de las tasas de retorno marginal para cada tratamiento), recomendado por Perrin (1988).

- **Ajuste de los Rendimientos.**

Según Perrin (1988), el rendimiento ajustado de cada tratamiento es el rendimiento medio reducido en un porcentaje de 5 a 30%, para que se aproximen a lo que un agricultor productor logre con esta tecnología en una parcela grande. Para el presente trabajo se tomo el 10 % de reducción, ya que el experimento se llevo en las mismas condiciones que el agricultor produce en las dos zonas, tanto el Bolinda y Tucupi.

- **Rendimientos Medios.**

Los rendimientos medios presenta el promedio de producción por unidad de superficie (unidad experimental y/o repetición).

- **Precio de campo.**

El precio de campo del producto se define como el valor que tiene para el productor por una unidad o parcela adicional de producción en el campo antes de la cosecha. Para el presente cultivo en las dos zonas de estudio se estimo 30 Bs/kg. de hoja seca.

- **Costos que Varían.**

Los costos variables por efecto de cambio de los tratamientos que varían de menor a mayor los niveles de abono orgánico, aplicados al cultivo de stevia en ambas localidades.

Los costos que varían son aquellos que varían entre diferentes alternativa de tratamientos. Según Perrin (1988), los costos que varían son relacionados con la compra de insumos, mano de obra, herramientas y maquinaria, que varían de un tratamiento a otro.

- **Beneficio Bruto.**

El beneficio bruto de la parcela, es el resultado del rendimiento de cultivo de stevia por unidad de superficie. En el presente ensayo el beneficio bruto fue calculado por el rendimiento ajustado del cultivo por el precio de campo.

- **Beneficio Neto.**

La estimación de los beneficios netos, se calcula restando del beneficio Bruto (BB) los costos que varían (CqV), para cada tratamiento. La estimación de los beneficios netos se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$\mathbf{BN = BB - CqV}$$

Donde:

BN = Beneficio neto

BB = Beneficio bruto

CqV= Costos que Varían.

- **Análisis de Dominancia.**

De acuerdo a Perrin (1988), los tratamientos son ordenados de menor a mayor de los costos que varían, donde un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos, por tanto para aumentar los ingresos del agricultor es importante centrarse en los beneficios netos, no en los rendimientos.

- **Tasa de Retorno Marginal.**

El análisis de tasa de retorno marginal (TRM) es un índice que se utiliza para evaluar económicamente los resultados, Perrin (1988). Revela exactamente que los beneficios netos de una inversión aumentan al incrementar la cantidad invertida. Dicha de otra manera sencilla; el beneficio neto marginal (incremento beneficios netos) dividido por el costo marginal (incremento costos que varían), expresado en porcentajes (Perrin, 1988).

Para su cálculo se utilizo la siguiente fórmula:

$$TRMg = \frac{\Delta BN}{\Delta Cqv} * 100$$

Donde:

TRMg = Tasa de retorno marginal

ΔBN = Incremento de beneficio neto

ΔCqV = Incremento de costos que varían

- **Análisis Económico de Costos Totales**

Los costos totales de la producción del cultivo se determinaron, tomando en cuenta todos los gastos incurridos en proceso productivo, considerando para tal efecto, los gastos desde la preparación del terreno, implantación, manejo de cultivo, insumos y la incorporación de abono orgánico sólido (AOS), para diferenciar los costos fijos y variables.

- **Evaluación Económica del Proyecto.**

Se utilizo los indicadores de rentabilidad de proyectos; VANB (Valor Actualizado Neto de los Benéficos) y la relación B/C. para demostrar la viabilidad financiera del proyecto.

3.3.9 Procedimiento experimental.

3.3.9.1. Diagnostico de Situación del Cultivo.

Para el presenta trabajo de investigación, se realizaron diagnósticos preliminares del cultivo en las dos zonas de estudio, se verifico que existe “asociaciones de productores de Estevia en Caranavi y en localidad de Tucupi”. Estas regiones ecológicas están bien definidas por la altitud que van desde los 400 a 1800 msnm.

Las asociaciones están conformados de pequeños productores, con iniciativas de ampliar los cultivos de stevia y los rendimientos de hoja seca se estima desde 1500 kg. a 3000 kg/ha. anuales.

3.3.9.2. Elección del Área Experimental.

Para la ejecución del presente estudio, se vio por conveniente elegir un área experimental para establecer el cultivo; considerando los siguientes aspectos: suelo, distancia cercana a fuente de agua y pendiente de terreno no mayor a 5 %.

3.3.9.3. Limpieza Área Experimental.

Para el establecimiento del ensayo se ubico el terreno con una pendiente menor a 5%, topografía no accidentada. Se realizo el corte de la cobertura vegetal, y seguidamente la limpieza. El trabajo se inicio el 10 de agosto del año 2011.

3.3.9.4. Preparación del Terreno.

Se realizo el hoyado del terreno, a una profundidad de 20 cm. y se hizo en forma manual, utilizando picotas, azadones y rastrillo, una vez concluida, se procedió con mullido de la tierra y seguidamente el nivelado.

3.3.9.5. Trazado y Distribución de las Unidades Experimentales.

Sobre la superficie nivelada se determino el norte magnético, y se midió el área total del terreno para el ensayo 500 m². Para tener una delimitación geométrica y exacta en el terreno, se utilizaron estacas, lienzos y Wincha de 50 metros de longitud;

aplicando el método de triangulación (3.4.5)². El cual consistió en medir uno de los lados 3 metro y el otro 4 metros de largo y el vértice entre ambos queden en 90°.

3.3.9.6. Análisis Físico y Químico del Suelo.

Para determinar las características físicas y químicas del suelo, se tomo muestras de suelo de ambas localidades (Bolinda y Tucupi), a una profundidad de 20 cm, utilizando el método zig-zag y un trasplantador manual. Obteniendo por cuarteo 2 Kg. de suelos del área experimental, para el análisis en laboratorio de suelo del Instituto Boliviano de Tecnología Nuclear (IBTEN) (anexo 5) y se realizaron los siguientes análisis:

- Análisis físico (textura, densidad aparente, densidad real y porcentaje porosidad.
-
- Análisis Químico (pH, conductividad eléctrica, nitrógeno, fosforo, potasio, relación carbono/nitrógeno, capacidad de intercambio catiónico, porcentaje de saturación de bases).

3.3.9.7. Análisis Químico de Materia Orgánica.

Para determinar las características químicas de la materia orgánica (80% de pulpa café y 20% de gallinaza), se envió 1 Kg. de para su análisis en laboratorio de Calidad Ambiental-UMSA. Y se determinaron los siguientes; materia orgánica, nitrógeno, fosforo, potasio, calcio y magnesio (anexo 6).

3.3.9.8. Aplicación de Abono Orgánico

Se aplico el 10 de julio del 2012 años con abono orgánico (pulpa café + gallinaza) después del análisis físico y químico de suelo. La incorporación de la materia orgánica se realizo manualmente de acuerdo a los tratamientos planteados anteriormente para las dos zonas de Bolinda y Tucupi.

La incorporación de la materia orgánica se realizo por planta de acuerdo a los niveles, en el momento del aporque del cultivo (en tercer ciclo).

3.3.9.9. Trasplante

El trasplante fue realizado manualmente un año antes del ensayo el 15 de septiembre del 2011 años, previa selección de las mejores plantas (sanas, robustas y libres de enfermedad), a una distancia entre plantas 20 cm. y 50 cm. entre surcos, para lo cual se abrieron surcos en dirección perpendicular a la pendiente.

El trasplante se realizo con matas a raíz desnuda (plantación de 2 años de edad), una vez concluida esta actividad se aplico el riego. Antes del trasplante se procedió la desinfección de las matas (raíces) con fungicida a una dosis de 10 gr./lt. de agua (Benomyl).

3.3.9.10. Labores culturales

Durante el desarrollo del cultivo se efectuaron las siguientes actividades agronómicas.

- **Deshierbe;** esta práctica se realizo con chonta, con el fin de evitar la competencia de nutrientes, luz, agua de las malezas, cada 15 días en periodos de baja precipitación pluvial y semanalmente en periodos de alta precipitación. No es remendable realizar esta actividad cerca la cosecha.
- **Aporque;** se realizo con chonta, una vez durante el ciclo del cultivo, esta actividad se realizo a los 15 días después de la cosecha (después de tercer corte).
- **Plagas y enfermedades;** entre las plagas principales de ataque son las hormigas cortadoras (*Atta sp.*) y grillos, atacando principalmente la parte foliar de la planta (perforaciones) y hojas cortadas especialmente en los meses de agosto a diciembre.

Las enfermedades que se detectaron fueron, el mal del tallo causado por (*Fusarium sp.*, *Pythium sp.*). Y por lado mancha foliar causado por (*Septoria steviae* y *Rhizoctonia sp.*).

- **Riego;** el riego es un factor determinante para obtener altos rendimiento de la masa foliar y un mejor desarrollo del sistema radicular. Un sistema de riego adecuado garantiza la producción continua, mientras cuando no se tiene de este recurso los ciclos productivos son más alargados y bajan los rendimientos anuales. En este trabajo se aplicaron el riego en función de la humedad del suelo, cuando se tenía días con insolación constante, se aplicaron el riego cada día, al final del día desde horas 17:30 pm. adelante.

3.3.9.11. Cosecha.

Las plantas se cosecharon cuando el 30% de las plantas presentaban los botones florales, etapa con mayor concentración de Steviosido, según Sakaguchi (1982). El corte se realizó a 2 cm. del cuello de la raíz, esta práctica se efectuó en horas de la mañana hasta 10:00 a.m., después de la evaporación del rocío.

La cosecha se realizó a los 52 días después del tercer corte. La cuarta cosecha del año, y del segundo año desde la implementación del cultivo.

3.3.9.12. Post Cosecha

- **Secado;** una vez cosechado se extendió sobre carpas de polietileno, formando una capa rala, para que todas las hojas queden expuestas a los rayos solares. Al final del día después de 5 horas, cuando la humedad de las hojas bajo al 10%, se obtuvo hojas secas de color verde claro mate (calidad esperada).
- **Limpieza;** después del secado se procedió a desprender las hojas secas de las ramas, y posteriormente se procedió a la limpieza de botones florales secas, tallos y otros, asegurando que no presente tierra ni otro material adherido o indeseable.
- **Almacenamiento;** obtenida la calidad de hojas esperadas, estas se empacaron en bolsas de polietileno por tratamientos para su análisis en laboratorio, para determinar la concentración de Steviosido.

3.3.10 Cuantificación de Steviosido por Espectrofotometría UV-Vis en la Stevia.

3.3.10.1 Curva de Calibración

A partir de diferentes concentraciones de glucosa, como parámetro de referencia de realizo la curva de calibración (ANEXO 12).

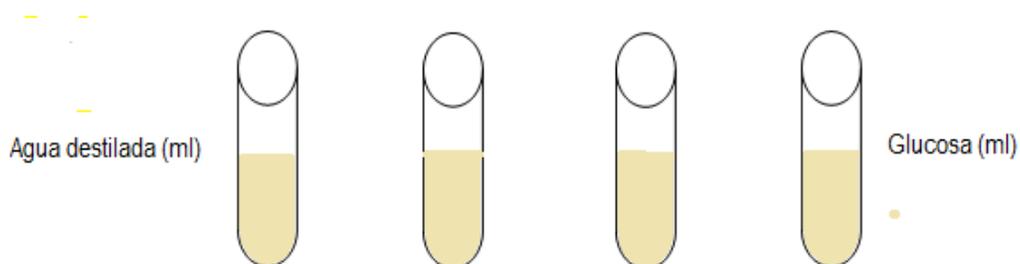


Figura 5: Concentración de solución estándar.

- Se adicionaron las siguientes cantidades de agua destilada y glucosa:
4; 3.5; 3; 2.5; 2; 1.5; 1 ml. de agua destilada
1; 1.5; 2; 2.5; 3; 3.5; 4 ml. de glucosa
- Se adiciono 10 ml. de solución de antrona.
- Se llevo a baño maría a 75°C por 15 minutos
- Se llevo la lectura en espectro fotómetro UV-Vis a 625 nm

3.3.10.2 Preparación de la muestra

Para la extracción y cuantificación proximal del contenido de esteviosido se realizó los siguientes pasos:

1. Realizar la homogenización y molienda de las hojas de stevia.
2. Pesar 3 gr. de la muestra en balanza analítica de 0.01 de precisión
3. Luego añadir a la muestra 80 ml. metanol y dejar en reposo por el lapso de 12 horas.
4. Filtrar y luego añadir 50 ml. de éter etílico, agua destilada en un embudo de decantación.
5. Se extrajo la fase etérea y se procedió a evaporación a sequedad.
6. El extracto obtenido se re suspendió completamente con 50 ml de agua desionizada (si fuera necesario fíltrese atreves de carbón activado para eliminar interferentes para la lectura)
7. Anadir a la solución anterior solución de acetado de Zn y ferricianuro de K.
8. Se procedió a filtrar (desechar el sobrenadante). del filtrado se tomar una alícuota cuantitativamente de 10 ml y añadir 10 ml de la solución de antrona-acidosulfurico
9. Posteriormente se llevar a baño maria a 75°C por 15 minutos. Para la reacción
10. Luego realizar la lectura en espectro fotómetro UV-Vis a 625 nm. Conjuntamente con su blanco y su curva de calibración con concentraciones

3.3.10.3 Calculo de concentración de steviosido

$$[C] = \frac{Lc}{Mf} * Mi * 1,49$$

Donde:

- [C] : Concentración de steviosido
- Lc : Lectura corregida de la muestra
- Mi : Muestra inicial
- Mf : Muestra final
- 1.49: factor steviosido

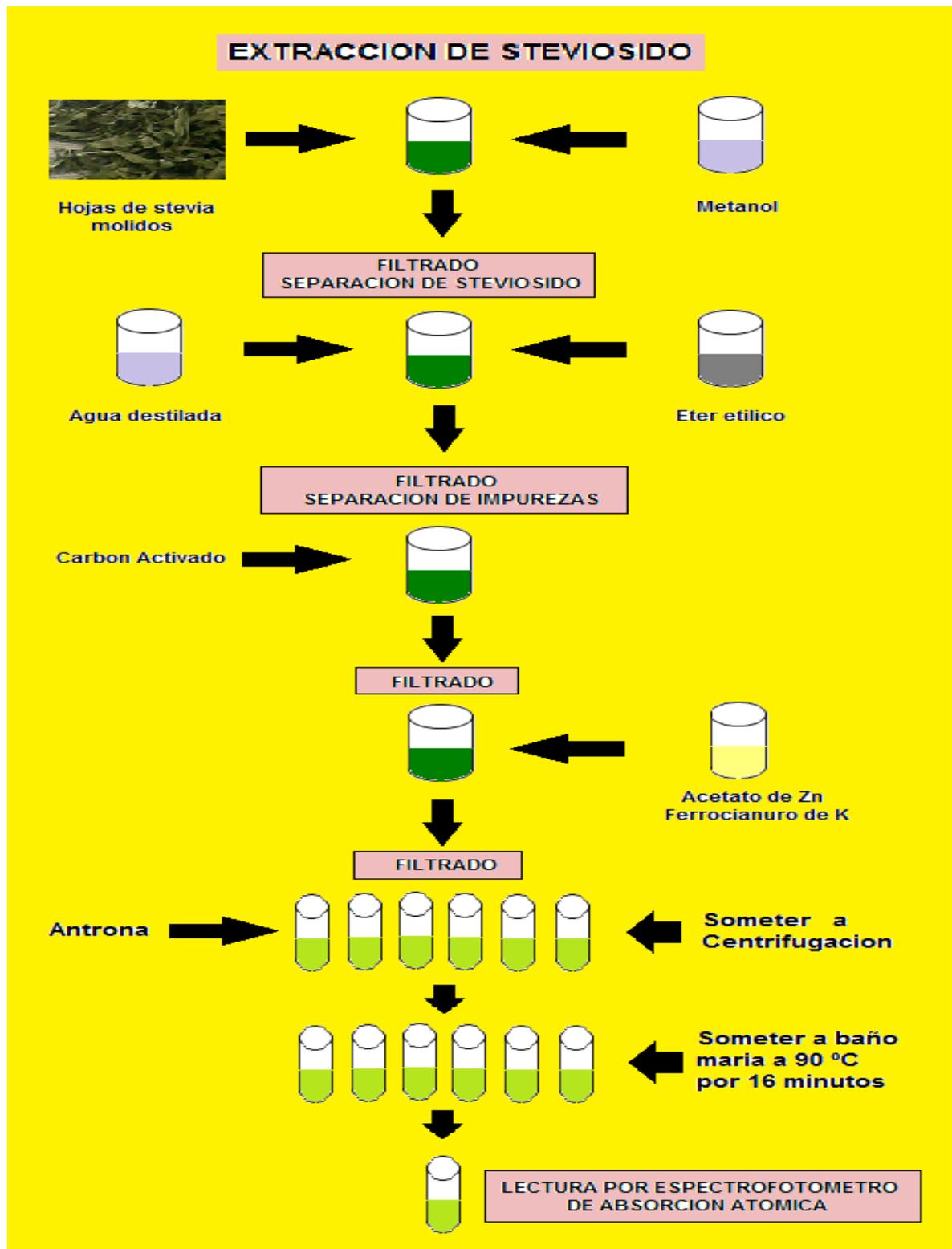


Figura 6. Flujograma del proceso de extracción de steviosido y cuantificación.



Fotografía 1. Homogenización y molienda de hojas de stevia.



Fotografía 2. Extracción de las muestras por método de secado



Fotografía 3. Introducción reactivos ferricianuro K y acetato Zn



Fotografía 4. Muestras de extracto steviosido con antrona



Fotografía 5. Muestras en baño maría



Fotografía 6. Espectro Fotómetro UV-Vis a 625 nm.

VIII. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.2. Características climáticas de la zona de estudio.

El presente trabajo de investigación se realizó en el segundo año, de su establecimiento del cultivo de stevia. Para ello se registró datos desde el inicio de la implementación del cultivo hasta la finalización del ensayo.

Los resultados obtenidos durante la investigación en ambas localidades en condiciones de campo y registros variables de respuesta se interpretan los resultados con aplicación de métodos estadísticos planteados en la metodología.

4.2.1 Temperatura.

La temperatura promedio mensual en la que se desarrolló el cultivo de stevia, fue 17,2°C, 19,8 °C y 22 °C en la comunidad de Bolinda y en la localidad de Tucupí se registró 22,5 °C, 24 °C, 25,5 °C en promedio, en los meses de julio, agosto y septiembre respectivamente. Lo cual probablemente influyó en el desarrollo del cultivo y en acumulación de Steviosido. (Figura 7).

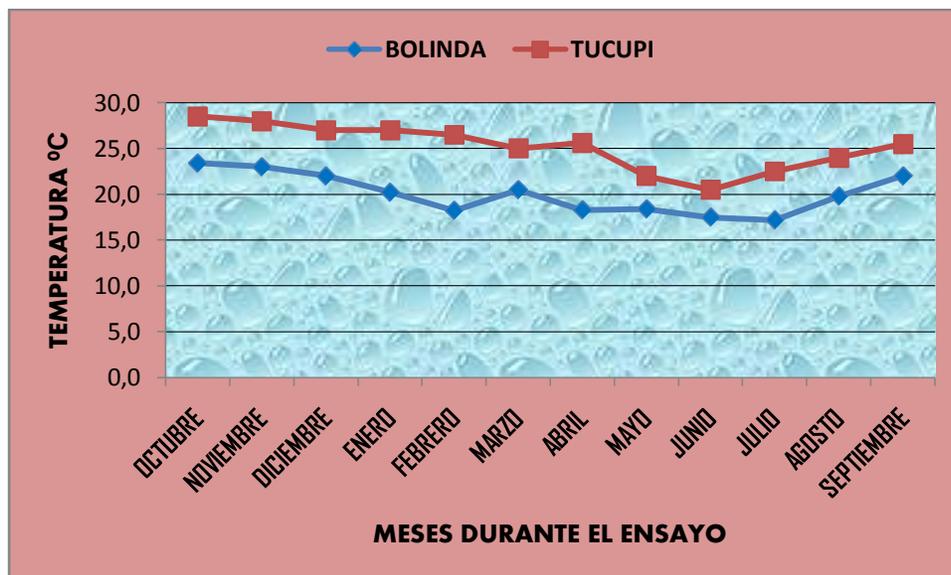


Figura 7. Comportamiento temperatura en Bolinda y Tucupí, durante la gestión 2011 y 2012.

La temperatura es un factor determinante para el crecimiento, desarrollo del cultivo e influye directamente en los procesos de fotosíntesis, respiración, transpiración, actividad enzimática, absorción de elementos nutritivos del suelo y todas las reacciones bioquímicas de la planta.

Según Sakaguchi (1982), las temperaturas apropiadas para un óptimo desarrollo del cultivo son desde los 15 °C a 30 °C, pudiendo soportar temperaturas medias de 5 °C.

4.2.2 Precipitación

Las precipitaciones promedios registradas de ambas zonas, durante el ciclo del cultivo, observándose un comportamiento normal de acuerdo a los registros de años anteriores, y en este periodo de ensayo en una comparación se ve un aumento de 1575,30 mm/año a 1830,95 mm/año en Bolina y Tucupi 1739,90 mm/año a 2016,40 mm/ año.

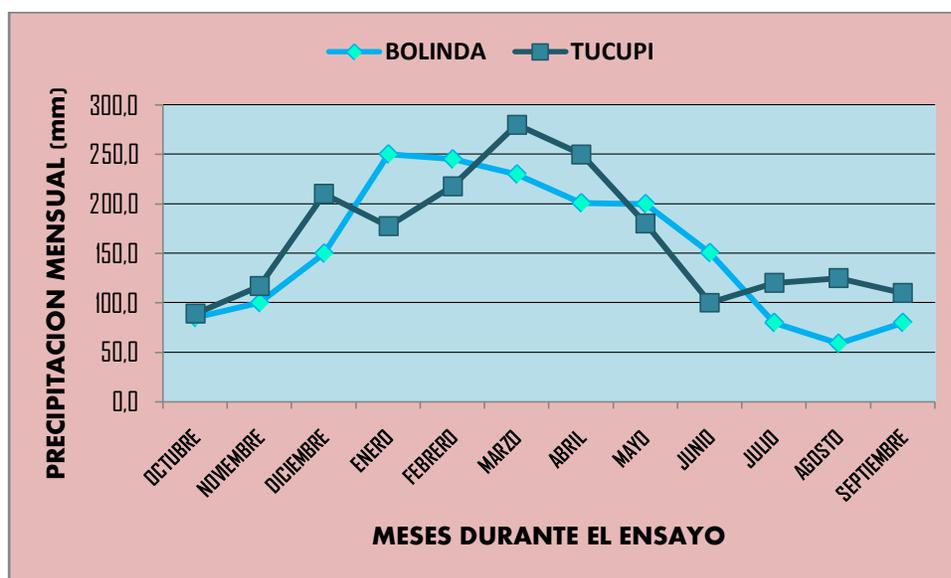


Figura 8. Comportamiento precipitación mensual de Bolinda y Tucupi, durante la gestión 2011 y 2012.

En la figura 8, se muestra la diferencia de precipitación entre ambas zonas y durante el periodo de ensayo (julio, agosto y septiembre) una precipitación promedio de 80,00, 59,00 y 80 mm/mes en Bolinda y 120; 125 y 110 mm/mes en Tucupí. Los requerimientos mínimos es de 1400 mm/año del cultivo de stevia, con una distribución regular de 116,67 mm/mes. lo cual no es frecuente.

Y por tanto se puede decir que en la zona de Bolinda existió un déficit de precipitación y en Tucupí no se registro el déficit hídrico. Esta déficit hibrido de la primera zona se cumplió con el riego a capacidad de campo. Según Fuentes (1998), las hojas adquieren una consistencia flácida y la planta empieza a marchitarse, con el efecto negativo sobre el rendimiento, tanto en calidad y cantidad.

4.1.3. Humedad Relativa.

En la figura 9, se observa las oscilaciones del comportamiento de la Humedad Relativa de las zonas de estudio. En donde se registraron 65,34 %, 70,5 %, 75 % HR. en Bolinda y 72 %, 80 %, 80 % HR en Tucupí, en los meses de julio, agosto y septiembre del periodo 2012. Estos valores registrados están dentro los rangos de los datos de años anteriores.

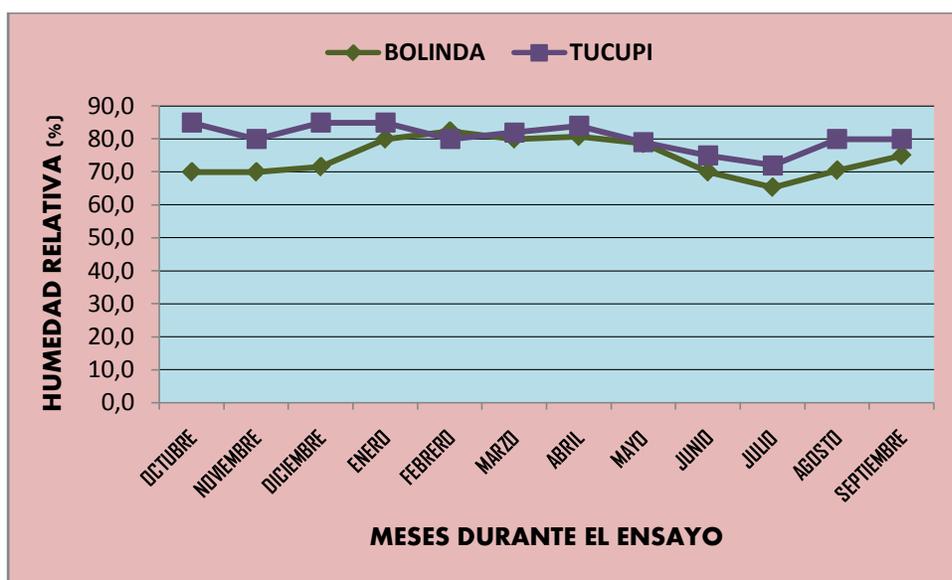


Figura 9. Comportamiento de la H.R. de Bolinda y Tucupí registrada en gestión 2011 y 2012.

Afecta directamente al cultivo, cuando la Humedad Relativa es baja, produce una elevada evaporación del aire y un descenso de la transpiración de la planta. La máxima producción vegetal se logra cuando las demandas de evaporación son igual a transpiración.

Se pudo observar un alargamiento del ciclo del cultivo en épocas de baja humedad relativa, este podría deberse a dos factores; primero que la humedad del suelo podría estar por debajo de los niveles recomendados 60 a 80 % para el cultivo de stevia y otro a la ineficiencia de procesos energéticos, los cuales están condicionados por la evaporación del cultivo.

Sakaguchi (1982), menciona que la humedad relativa óptima para la producción oscila entre 70 a 80 %, la planta puede resistir la baja humedad, pero no la sequía debido a la morfología de su sistema radicular.

4.1.4. Fotoperiodo.

El fotoperiodo durante el ensayo oscila entre 11 a 12 horas luz en las dos zonas de estudio, lo cual fue determinado por la ubicación geográfica y las estaciones del año. Paja (2000), al respecto menciona que las horas luz comprendidos en los rangos descritos son favorables para desarrollo del cultivo y asimilación de mayor cantidad de steviosido. La figura 10, muestra el comportamiento del fotoperiodo.

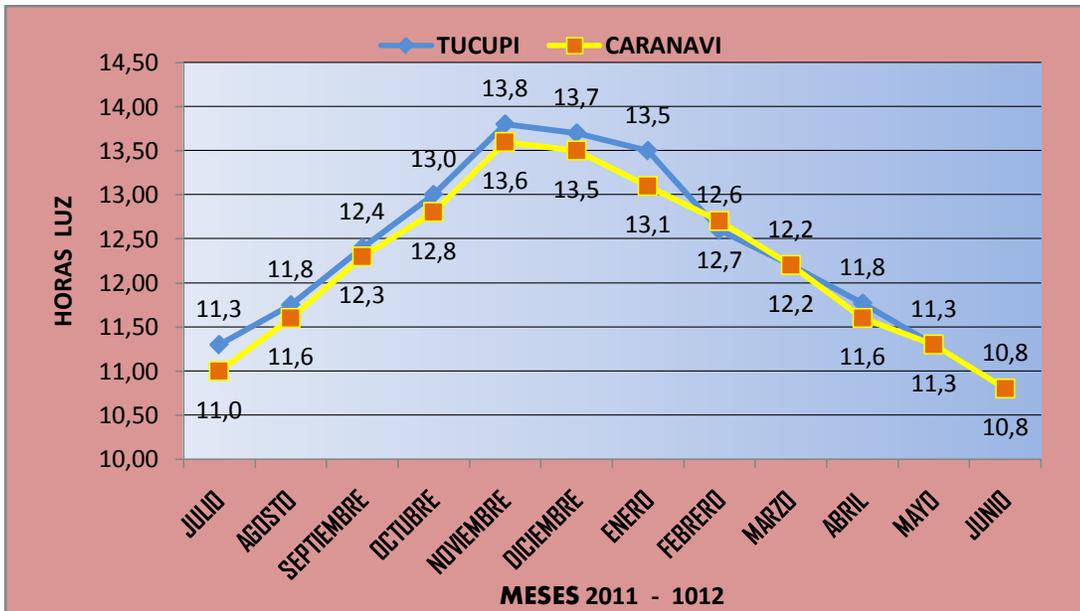


Figura 10. Comportamiento del fotoperiodo de las zonas de Bolinda y Tucupí.

Candiera (2002), quien indica que el fotoperiodo juega un papel importante en la producción del cultivo, en diferentes ensayos se ha demostrado que cuando los días son cortos (días de horas luz cortos) la planta florece más rápidamente, por lo que la materia seca, proteínas y contenido de steviosido se reducen a mitad. Mientras en fotoperiodos largos (días de horas luz largos) aumenta los entrenudos, área foliar, peso seco, acelera la aparición de las hojas por consiguiente el aumento del contenido de steviosido.

4.1.5. Análisis de la Fertilidad de Suelo

Antes de aplicar el abono orgánico (pulpa de café 80 % y gallinaza 20 %), se realizó un análisis físico y químico de suelos (anexo 5), donde se observa los resultados de análisis

4.1.5.1. Análisis físico de suelos

El análisis físico de suelo se realizó de las dos localidades (Bolinda y Tucupí):

Cuadro 15. Análisis Físico de suelo de las localidades.

Localidades	Arena %	Arcilla %	Limo %	Clase textural
Bolinda	35	38	27	FY
Tucupí	40	34	26	FA

Fuente: Instituto Boliviano de Ciencias y Tecnología Nuclear (IBTEN-2012).

Bolinda; el suelo donde se realizó el presente trabajo de investigación presenta un triángulo textural de 35 % de arena, 38 % de arcilla, 27 % de limo, lo cual indica una clase textural franco arcilloso (FY), estos parámetros nos indican que se trata de un suelo fino, con tendencia ligera a ser arenoso. La cual indica que se trata de un suelo con buena capacidad de retención de humedad (cuadro 15).

Tucupí; el suelo de esta zona donde se llevó el ensayo presenta un triángulo textural de 40 % de arena, 34 % de arcilla, 26 % de limo, lo cual indica una clase textural franco arenoso (FA), estos parámetros indican que se trata de un suelo textura arenoso. La cual indica que se trata de un suelo con buena retención de humedad por los coloides del suelo (cuadro 15).

De acuerdo a los requerimientos de suelos del cultivo de stevia, los parámetros físicos indicados anteriormente son favorables y cumplen con las exigencias del cultivo de stevia.

4.1.5.2. Análisis químico de suelos

El análisis químico de suelos se realizó en las dos localidades (Bolinda y Tucupí):

Cuadro 16. Análisis Químico del suelo de las localidades.

Localidades	ms/cm	meq/100 gr. suelo							(%)			Ppm
	CE	Al	Ca	Mg	Na	K	TBI	CIC	SB	MO	N	P
Bolinda	0,188	2,07	3,64	1,42	0,070	0,65	5,79	7,86	73,7	8,03	0,37	18,70
Tucupí	0,294	0,027	1,16	1,50	0,024	0,46	2,22	6,15	24,26	4,20	0,33	6,70

Fuente: Instituto Boliviano de Ciencias y Tecnología Nuclear (IBTEN-2012).

En el cuadro 16, muestra el análisis químico de suelo de la localidad de **Bolinda**, donde los elementos nutritivos más importantes para la planta son los cationes de cambio como el calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na), y potasio intercambiable (K), presentan valores de 3,64; 1,42; 0,07; 0,65 (meq/100 gr. suelo) respectivamente.

El pH de este suelo, está entre 3,91 pH. Según Pajas (2000), los suelos franco areno-arcillo-fumífero, con pH 5 a 6,5 las más recomendables para el cultivo de stevia.

Con materia orgánica (MO) de 8,03 %, nitrógeno total (N) 0,37 % y el fósforo asimilable (P_2O_5) 18,70 ppm. Los valores mencionados indican una fertilidad media de suelo, excepto el fósforo con alto rango de ppm., según Chilon (1997).

Tucupí, los resultados de análisis químico de suelo (cuadro 16), muestran los elementos nutritivos más importantes para la planta, son los cationes de cambio como el calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na), y potasio intercambiable (K), presentan valores de 1,16; 1,50; 0,024; 0,46 (meq/100 gr. suelo) respectivamente.

El pH de estos suelos está entre 6,5. Según Pajas (2000), los suelos franco areno-arcillo-humífero, con pH 5 a 6,5 las más recomendables para el cultivo de stevia.

Con una materia orgánica (MO) de 4,20 %, nitrógeno total (N) 0,33 % y el fósforo asimilable (P_2O_5) 6,70 ppm. Los valores mencionados indican una fertilidad media de suelo, según Chilón (1997) de acuerdo a la “interpretación de status de la fertilidad de suelos”, es un suelo de media fertilidad (Anexo 13).

4.1.5.3. Análisis Químico del Abono Orgánico

En el análisis químico del abono orgánico (80 % pulpa de café - 20 % gallinaza), se determinaron los macro nutrientes.

Cuadro 17. Análisis Químico de la materia orgánica.

TIPO DE ABONO	NITROGENO (%)	mg/kg. ABONO ORGANICO				MATERIA ORGANICA (%)
		FOSFORO (P_2O_5)	POTASIO (K_2O)	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	
ABONO ORGANICO (80 % PULPA DE CAFÉ - 20 % GALLINAZA)	2,90	2.557,00	15.420,00	18.660,00	5.399,00	66,00

Fuente: INSTITUTO DE ECOLOGIA – LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL –UMSA.

En el cuadro 17, se muestran las cantidades de elementos presentes en el abono orgánico, donde el nitrógeno está con 2,90 %, fósforo (P_2O_5) 2.557,00 mg/kg. de suelo, potasio (K_2O) 15.420,00 mg/kg. de suelo.

En los resultados de análisis químico del abono se observa cantidades mayores de macro nutrientes, y por tanto es un abono con mayores concentraciones de NPK. Al respecto FAO (1986), indica que los abonos orgánicos contienen altas concentraciones nutrientes solubles de mayor absorción por la planta.

Los elementos nutritivos de los abonos orgánicos, varían de acuerdo a la procedencia de la materia orgánica y de su elaboración. Por lo que se puede concluir el abono orgánico utilizado para el presente trabajo de investigación presenta una mayor concentración de elementos nutritivos asimilables, particularmente (N, P_2O_5 y K_2O) (Anexo 13).

4.7 Evaluación de las variables agronómicas de la stevia.

4.2.1. Altura de la planta.

En la evaluación de la variable altura de planta, se obtuvo la mejor respuesta con la aplicación de una dosis 60 kg/ha. de abono orgánico (tratamiento 4), con una altura de 37,35 cm. en promedio. El análisis de varianza (ANVA) (cuadro 18), donde se observan una respuesta no significativa bloques dentro la localidad y localidad por tratamiento.

Cuadro 18. Análisis de varianza de altura de planta de stevia.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Fr > F
Localidad	1	180,50	180,50	10,11	0,005 *
Bloque(localidad)	6	69,28	11,55	0,65	0,692 NS
Tratamiento	3	324,38	108,13	6,06	0,005 *
Localidad por tratamiento	3	109,06	36,35	2,04	0,145 NS
Error	18	321,40	17,86		
Total	31	1004,62			

Coeficiente de variación = 12,80 %

Cuadro 19. Comparación de promedios en altura de plantas con niveles de abono orgánico, según la prueba de Duncan.

NEVELES DE ABONO ORGANICO	ALTUA DE PLANTAS (cm.)			DUNCAN
	CARANAVI	TUCUPI	PROMEDIO	
T 1 (0,0 kg/ha. M.O.)	29,06	28,05	28,55	a
T 2 (20.000 kg/ha. M.O.)	37,50	26,80	32,15	a b
T 3 (40.000 kg/ha. M.O.)	35,25	32,80	34,03	b c
T 4 (60.000 kg/ha. M.O.)	39,75	34,95	37,35	c
MEDIA POBLACIONAL	35,39	30,65	----	----

A nivel de significancia de 5%, las letras iguales presentan promedios similares.

El análisis de varianza (cuadro 18), muestra que existe diferencia estadística significativa entre las localidades y tratamientos, a un nivel de confianza del 5 %, para la altura de planta de stevia. La cual significa que la materia orgánica aplicada tiene efecto diferenciado debido al uso de abono orgánico, en sus niveles de 20

Kg/ha. ; 40 Kg/ha. ; 60 Kg/ha. que afectaron en el desarrollo de la variable altura de planta (figura 11 y 12). También el cuadro 19, nos muestra que entre localidades (Bolinda y Tucupi) existen diferencias en altura de plantas, donde en la localidad de Bolinda es superior al Tucupi (figura 13).

El coeficiente variación fue de 12,80 %, significa que los datos de análisis estadísticos son confiables por encontrarse dentro los rangos permisibles de variabilidad, además indica un buen planteamiento y manejo experimental (Stell R. y Torrie J. citado por Ochoa T.).

Sin embargo para tener una mejor claridad de la diferencia entre Localidades y Tratamiento, se procedió a realizar la prueba de Duncan (cuadro 19) (figura 13), donde se observa la diferencia estadística del promedio de población de altura de plantas en las localidades (Bolinda y Tucupi), a un nivel de significancia de 5 %.

Y entre los tratamientos (T2, T3, T4), se muestra diferencia estadísticas del promedio de los tratamientos para la variable altura de la planta a un nivel de significancia de 5 %, donde muestra una superioridad estadística el T4 (60.000 Kg/ha).

La prueba de Duncan realizada, muestra que las medias de altura planta de los tratamientos T4, T3 estadísticamente son similares, T3 es similar T2, y T2 es igual T1. Y estadísticamente son superiores al T1 los tratamientos T3 y T4.

En la figura 14; muestra un incremento en la altura de planta, a medida que aumenta la dosis de abono orgánico. Este se puede atribuir a la disponibilidad de nutrientes en el suelo, ya que el (Anexo 6) resultados de análisis químico del abono orgánico indican que los tratamientos incorporados de materia orgánica, incrementa en el contenido de los principales nutrientes (N, P, K). Este concuerda con Sakaguchi (1982), quien menciona que el aumento de Nitrógeno en el cultivo de stevia aumenta el crecimiento de las plantas. El nitrógeno ayuda al crecimiento y desarrollo de las plantas según FAO (1986)

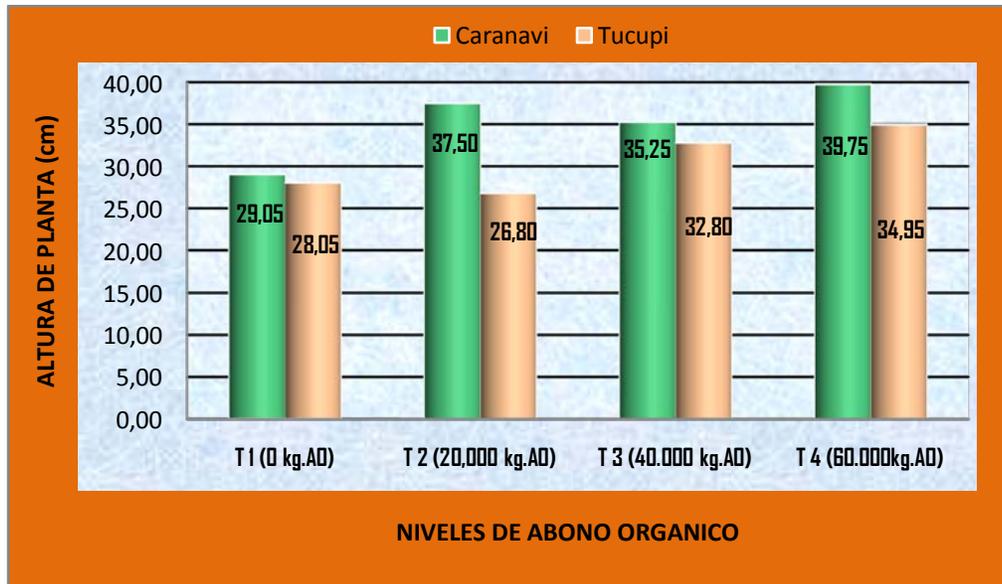


Figura 11. Altura de planta por efecto de aplicación de abono orgánico solido.



Figura 12. Medias Marginales de Altura de planta por efecto de aplicación de abono orgánico en Bolinda y Tucupi

La figura 14, muestra las diferencias de altura de plantas entre los tratamientos, donde los T2, T3 y T4 presentan alturas mayores con 32,15 cm., 34,03 cm. y 37,35 cm. respectivamente con respecto al testigo T1 con 28,55 cm.. Esta diferencia de altura de las plantas probablemente se puede atribuir a la dosis de aplicación de abono orgánico, que están concentradas los macro y micronutrientes que favorecen en el desarrollo y crecimiento de plantas.

Las diferencias encontradas desde el punto de vista agronómica, son atribuibles a una eficaz y equilibrada nutrición al cultivo con una dosis de 60.000 Kg/ha. de abono orgánico (T4 con mejor altura) utilizado como base de una fertilización orgánica integral, aplicado al suelo para la absorción de las raíces (en la base o alrededor de la planta). En la producción agrícola la aplicación de abonos orgánicos son excelentes, debido a que en su composición se encuentran todos los elementos nutritivos (Restrepo, 2001).

Según López (1995), señala que los factores que afectan al desarrollo y crecimiento de las plantas se clasifican en factores internos (genéticos y hormonales) y externos (clima, tipo de suelos, agentes bióticos e intervención humana). Por lo que se puede aseverar que las diferencias encontradas en ambas zonas también estuvieron influenciadas por alguno de estos factores.

Por lo que se concluye, el incremento de nutrientes, especialmente el nitrógeno en el suelo afecto favorablemente a la altura de plantas, sin embargo que no se adiciono el abono orgánico al testigo, por lo tanto el desarrollo de la altura de planta fue menor respecto a los que recibieron el tratamiento, porque solo aprovecho los elementos nutritivos disponibles del suelo.

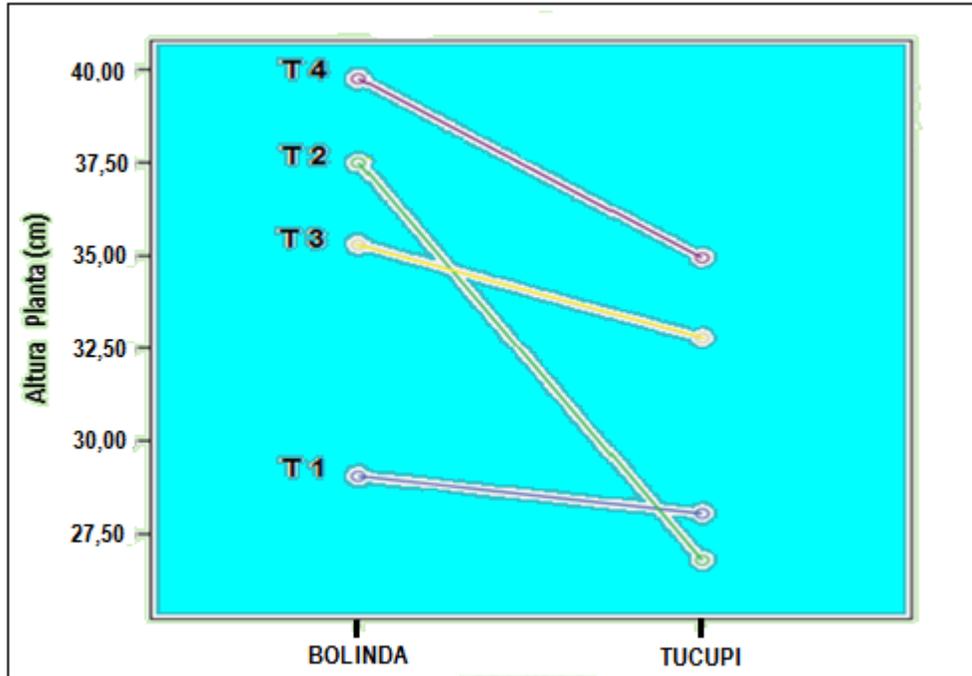


Figura 13. Promedio de Altura plantas en las localidades (Bolinda y Tucupi).

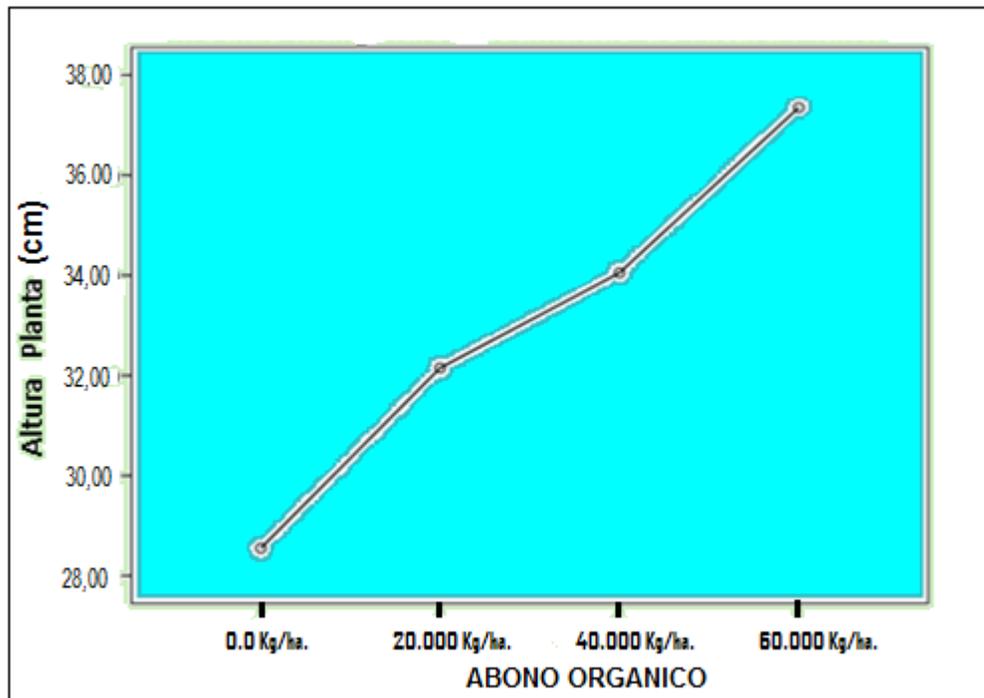


Figura 14. Evaluación de altura de planta por tratamiento.

4.2.2. Número de Tallos Verticales por Planta.

En la análisis de varianza realizada de variable de número de tallos verticales por planta, se evidencio con la aplicación de una dosis de 60.000 Kg/planta de abono orgánico (tratamiento T4), se obtuvo la mejor respuesta con 39,78 tallos por planta en promedio con respecto a otras dosis de tratamiento y sientio el testigo T1 (0,0 Kg/planta de A. O.) el que presento menor número de tallos verticales por planta con 23, 83 tallos.

Cuadro 20. Análisis de varianza para número tallos verticales por planta de estevia.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Fr > F
Localidad	1	303,81	303,81	11,04	0,004 *
Bloque(localidad)	6	186,14	31,02	1,13	0,386 NS
Tratamiento	3	1.277,03	425,68	15,46	0,000 *
Localidad por tratamiento	3	531,78	177,26	6,44	0,004 *
Error	18	495,47	27,53		
Total	31	2.794,24			

Coeficiente de variación = 16,23 %

Cuadro 21. Comparación de Promedios de número tallos por planta con niveles de abono orgánico, Según la prueba de Duncan.

NEVELES DE ABONO ORGANICO	TALLOS VERTICALES POR PLANTA			DUNCAN
	BOLINDA	TUCUPI	PROMEDIO	
T 1 (0,0 kg/ha. M.O.)	29,05	18,60	23,83	a
T 2 (20.000 kg/ha. M.O.)	37,50	20,20	28,85	a
T 3 (40.000 kg/ha. M.O.)	35,30	38,30	36,80	b
T 4 (60.000 kg/ha. M.O.)	39,75	39,80	39,78	b

El cuadro 20, de análisis de varianza, para número de tallos verticales por planta, muestra que existe diferencia significativa entre localidades (Bolinda y Tucupi), entre tratamientos y localidades por tratamiento. Y no existe diferencia significativa bloques dentro las localidades, a un nivel de significancia de 5 %. Esto significa que el

número de tallos verticales por planta son similares dentro los bloques de cada zona en estudio. Con coeficiente de variación de 16,23 %, lo que significa que los datos son confiables y se encuentran dentro del rango aceptable de análisis estadístico.

Las diferencias de número de tallos verticales encontradas, se debe a la disponibilidad de elementos nutritivos presentes en el abono orgánico y al gradiente de fertilidad de los suelos, e influenciada también por factores medio ambientales. El proceso mediante el cual la planta absorbe del suelo sustancias nutritivas, que son necesarias para llevar a cabo su metabolismo bajo las condiciones climática adecuadas (Domínguez, 1997).

El cuadro 21, presenta los resultados de la prueba de Duncan, donde el tratamientos T4 (60.000 kg/ha. de A. O.), T3 (40.000 kg/ha. de A. O.) con 39,78 y 36,80 tallos respectivamente, no presentan diferencias estadísticas significativas, pero si presenta diferencias significativas con respecto a T2 (20.000kg/ha. de A. O.), T1 (0,0 kg/ha. de A. O.- testigo), con menor número de tallos 28,85 y 23,83 en promedio. Y los tratamientos T2, T1 no presentan diferencias significativas estadísticamente en número de tallos verticales.

En el figura 15, se puede observar los promedios de número de tallos verticales por planta, donde en tratamiento T1 presenta un promedio menor con respecto a los tratamientos T3 y T4, por lo que se puede concluir el efecto de los tratamientos de fertilización con abono orgánico influye significativamente en el número de tallos. Y los tratamientos T2, T1 son similares estadísticamente y entre los tratamientos (T3, T4) no existen diferencia estadísticas del promedio de número de tallos verticales por planta (cuadro 21).

Para tener una mejor claridad de la diferencia entre Localidades y Tratamiento, se procedió a realizar la prueba de Duncan (cuadro 21) (figura 17), donde se observa la diferencia estadística del promedio de número de tallos verticales por planta entre localidades (Bolinda y Tucupi), a un nivel de significancia de 5 %.

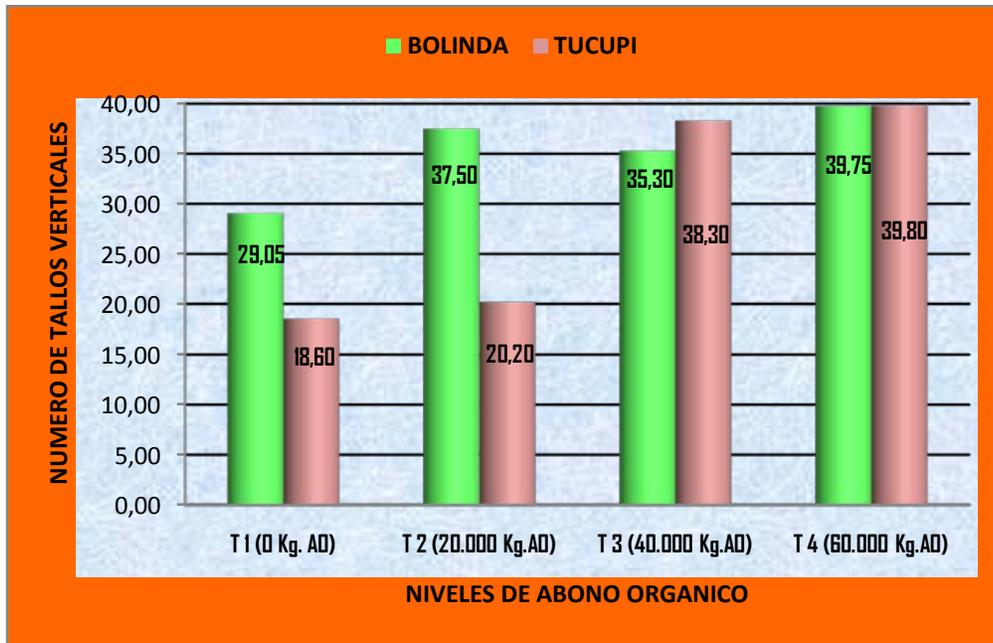


Figura 15. Número Tallos por efecto de aplicación de Abono Orgánico.

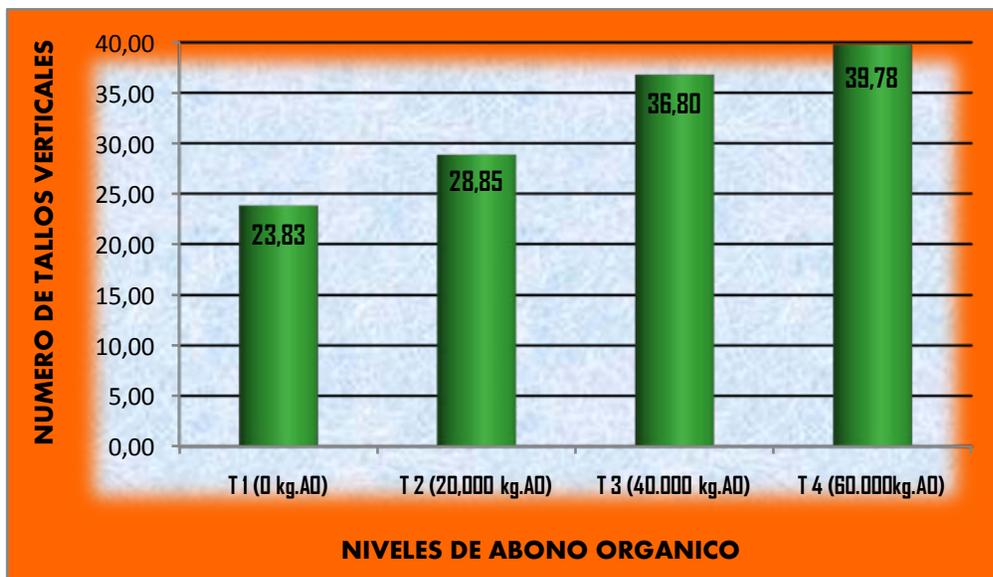


Figura 16. Medias Marginales de Número Tallos Verticales por planta por efecto de aplicación de abono orgánico en Bolinda y Tucupi.

El grafico 15 y cuadro 21, muestra que los tratamientos con abono orgánico dentro las localidades (Bolinda y Tucupi), existe diferencias de medias marginales de número tallos verticales de 39,75 (T4), 35,30 (T3), 37,50 (T2) y 29,05 (T1) tallos de Bolinda con respecto a Tucupi de 39,80 (T4), 38,30 (T3), 20,20 (T2) y 18,69 (T1) tallos verticales por planta. Estas diferencias de numero tallos dentro las localidades se puede atribuir a los niveles de tratamientos con abono orgánico, que en la misma se encuentra nutrientes disponibles para la absorción del sistema radicular.

La figura 17, muestra la diferencia estadística de número de tallos verticales entre las localidades (Bolinda y Tucupi). con niveles distintos abono orgánico (T4, T3, T2 y T1). Esta es atribuible a los factores medio ambientales, como climáticos.

En la figura 18, se puede observar las diferencias de número tallos verticales por plantas entre los tratamientos, donde los T4, T3 y T2 presentan con mayor número de tallos de 39,78, 36,80 y 28,83 tallos respectivamente con respecto al testigo T1 con 23,83 tallos verticales. Esta diferencia de número de tallos verticales por planta probablemente se puede atribuir a la dosis de aplicación de abono orgánico al cultivo, que están concentradas los macro y micronutrientes que favorecen en el desarrollo y crecimiento de plantas de stevia.

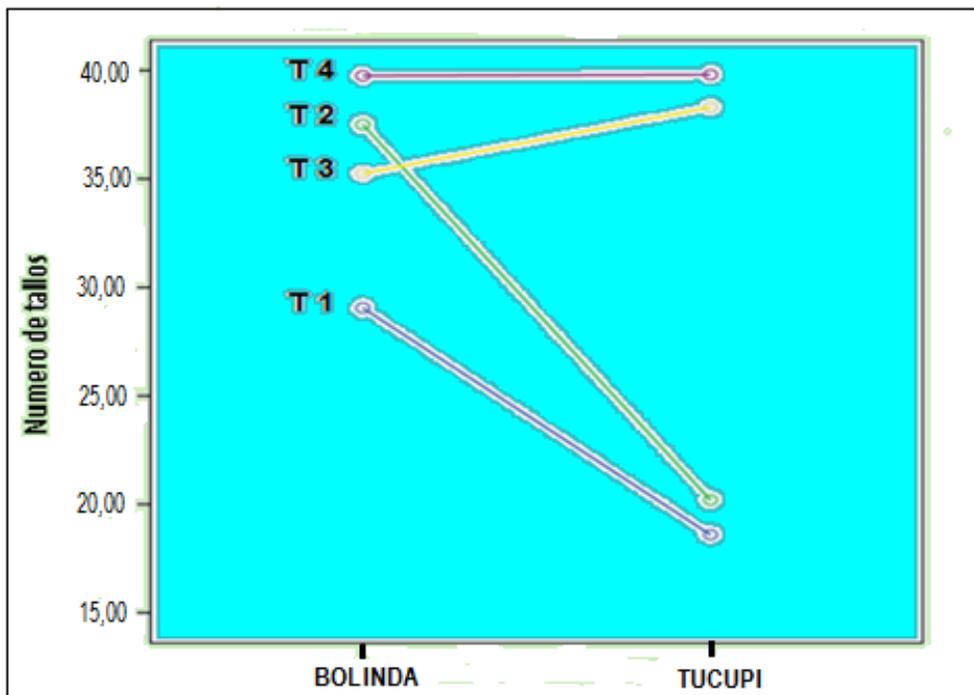


Figura 17. Promedio de número de tallos en las localidades (Bolinda y Tucupí).

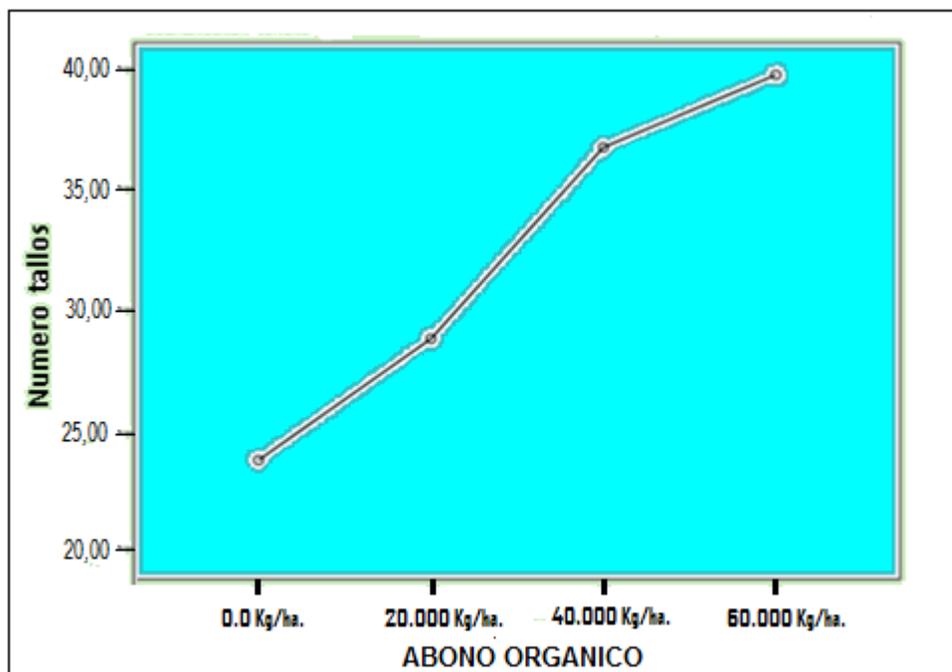


Figura 18. Evolución de número de tallos por tratamiento.

4.2.3. Número de Hojas por Planta.

Los resultados de esta variable de número de hojas por planta, se obtuvieron con la aplicación de una dosis de 40.000 kg/ha. de abono orgánico (tratamiento T3), se obtuvo la mejor respuesta de 311,85 hojas en promedio por planta, con respecto a otros dosis de tratamientos y siendo el testigo T1 (0,0 Kg/ha. de A. O.) con menor número de hojas por planta (169,23 hojas en promedio).

Cuadro 22. Análisis de varianza para número de hojas por planta de stevia.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Fr > F
Localidad	1	4.758,00	4.758,00	1,46	0,242 NS
Bloque(localidad)	6	13.977,90	2.329,65	0,72	0,642 NS
Tratamiento	3	109.058,45	36.352,82	11,17	0,000 *
Localidad por tratamiento	3	13.810,98	4.603,66	1,42	0,271 NS
Error	18	58.575,09	3.254,17		
Total	31	200.180,43			

Coefficiente de variación = 22,35 %

Cuadro 23. Comparación de promedios de número hojas por planta con niveles de abono orgánico, según la prueba de Duncan.

NEVELES DE ABONO ORGANICO	NUMERO HOJAS POR PLANTA			DUNCAN
	BOLINDA	TUCUPI	PROMEDIO	
T 1 (0,0 kg/ha. M.O.)	186,15	152,30	169,23	a
T 2 (20.000 kg/ha. M.O.)	277,40	190,30	233,85	b
T 4 (40.000 kg/ha. M.O.)	311,90	311,80	305,95	c
T 3 (60.000 kg/ha. M.O.)	294,20	317,70	311,85	c

En el análisis de varianza (cuadro 22), para número de hojas por planta, muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos y no existe diferencia significativa entre localidades (Bolinda y Tucupi), Bloques dentro las localidades y localidades por tratamiento, a un nivel de significancia de 5 %. Esto significa que el número hojas por planta son similares entre localidades, dentro los bloques de cada zona y localidad por tratamiento. El coeficiente de variación fue de 22,35 %, lo que significa que los

datos son confiables y se encuentran dentro del rango aceptable de análisis estadístico.

El cuadro 22, muestra el análisis de varianza de número de hojas por planta, donde se puede apreciar una respuesta diferente entre los tratamientos con fertilización orgánica. Lo cual indica que los niveles de abono orgánico afectaron significativamente en el número de hojas por planta.

De acuerdo la prueba de Duncan realizada para los tratamientos (cuadro 23), se observa que los tratamientos T3 y T4 son estadísticamente similares con 311,85 y 305,95 hojas por planta en promedio, y presenta diferencias significativas respecto a los tratamientos T2 y T1 con 233,85 y 169,23 hojas respectivamente. Sin embargo los tratamientos T4, T3 y T2, con respecto al testigo muestra una diferencia estadístico significativo en número de hojas por planta.

Las diferencias encontradas en el número de hojas por planta, se atribuye a efecto de distintas dosis y al contenido de nutrientes en el abono orgánico, como los macro y micronutrientes (Anexo 6).

En la figura 19, se puede observar los promedios de número de hojas por planta, donde en tratamiento T1 presenta un promedio menor con respecto a los tratamientos T2, T3 y T4, por lo que se puede concluir el efecto de los tratamientos con abono orgánico influyo significativamente en el número de hojas (figura 20). Y entre los tratamientos T3, T4 no existen diferencia estadísticas del variable de número hojas por planta (cuadro 23).

Los valores del cuadro 23, son superiores a los de Paja (2000), en donde se obtuvo valores que oscilan entre 172,20 a 260,37 hojas, ensayos con niveles de fertilización orgánica en la localidad de de San Buenaventura. Con niveles de fertilización nitrogenada en localidad de Coroico, Apaza (2003), encontró diferentes valores significativos que varían entre 232,2 a 410,7 hojas, cuyos valores están por encima dentro los resultados del presente ensayo.

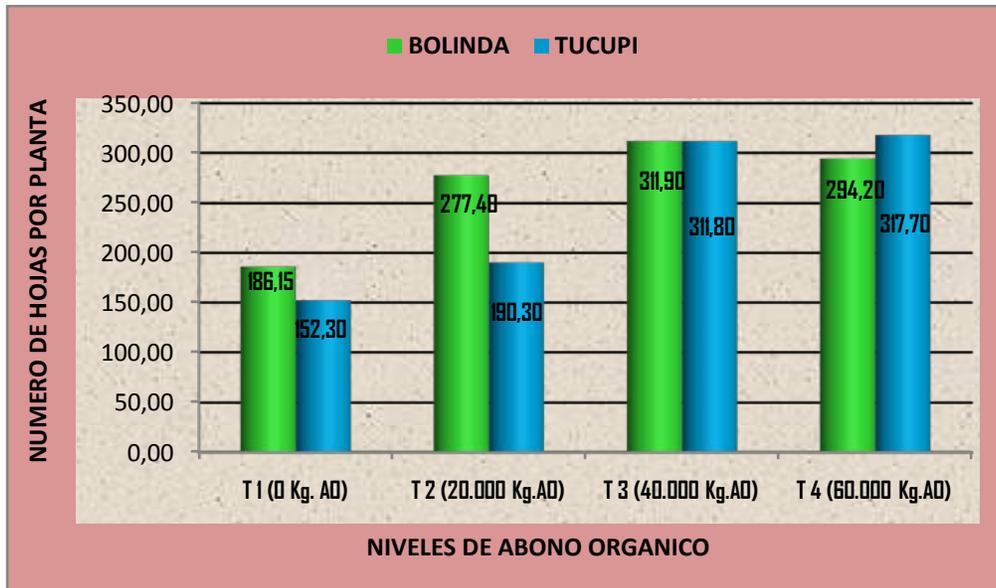


Figura 19. Número de hojas por efecto de aplicación de abono orgánico.

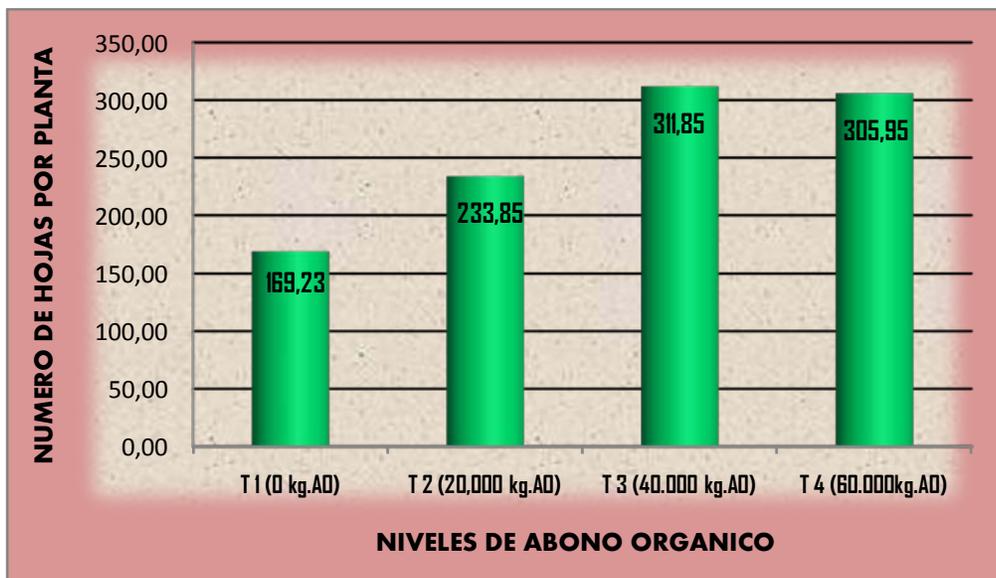


Figura 20. Medias marginales de número hojas por planta por efecto de aplicación de abono orgánico en Bolinda y Tucupi.

Pinaya (1996), encontró en otros trabajos desde 665,5 a 990,5 hojas por planta, de acuerdo a las densidades experimentales, cuyos resultados son más altos que en el presente ensayo. Las diferencias de número de hojas por planta podrían deberse a factores climáticos, fertilización, densidad y la altitud desde 450 a 1500 msnm.

En el cuadro 23, se observa que la fertilización utilizada la materia orgánica de 40.000 kg/ha.(T3) y 60.000 kg/ha. (T4), con 311,85 y 305,95 hojas por planta en promedio, estos resultados estadísticamente son similares, pero presentan el mayor número de hojas por planta, seguido por el tratamiento T2 (20.000 kg/ha), con 233,85 hojas y el testigo con un número menor de 169,23 hojas, con respecto a los demás tratamientos (T4, T3 y T2). Esta diferencia de número de hojas se atribuye a la incorporación de la materia orgánica.

Sakaguchi (1982), quien indica que el elemento potasio es muy importante en el rendimiento de hojas de stevia. Y por otra parte, el Instituto Interamericano de la Potasa (1975), indica que en India los agricultores lograron mayores beneficios netos, con la aplicación de dosis alta de potasa con abonos nitrogenados y fosforitos en arroz.

En la figura 21, muestra la diferencia estadística de número de hojas por planta entre las localidades (Bolinda y Tucupí). con niveles distintos de materia orgánica (T4, T3, T2 y T1). Esta es atribuible a la asimilación de nutrientes del suelo y a los factores medio ambientales.

En la figura 22, se puede observar diferencias de número de hojas por planta entre los tratamientos, donde los T3, T4 y T2 presentan con mayor número de hojas de 311,85, 305,95 y 233,85 hojas respectivamente con respecto al testigo T1 con 169,23 hojas por planta. Esta diferencia de número de hojas por planta probablemente se puede atribuir a la dosis de aplicación de materia orgánica al cultivo de stevia, que están concentradas los macro y micronutrientes que favorecen en el desarrollo y crecimiento de plantas de stevia.

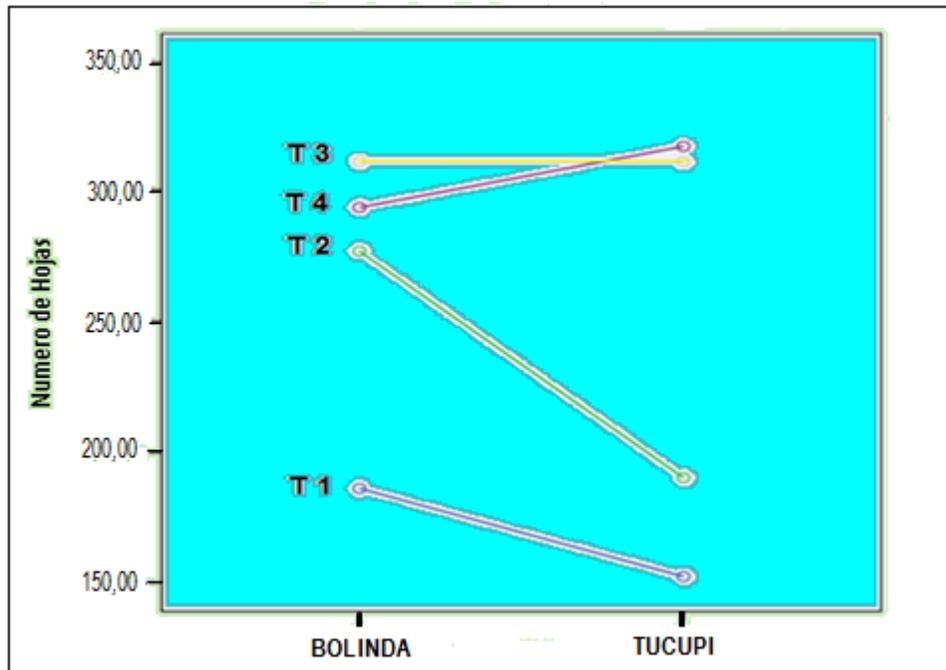


Figura 21. Promedio de número hojas en las localidades (Bolinda y Tucupi).

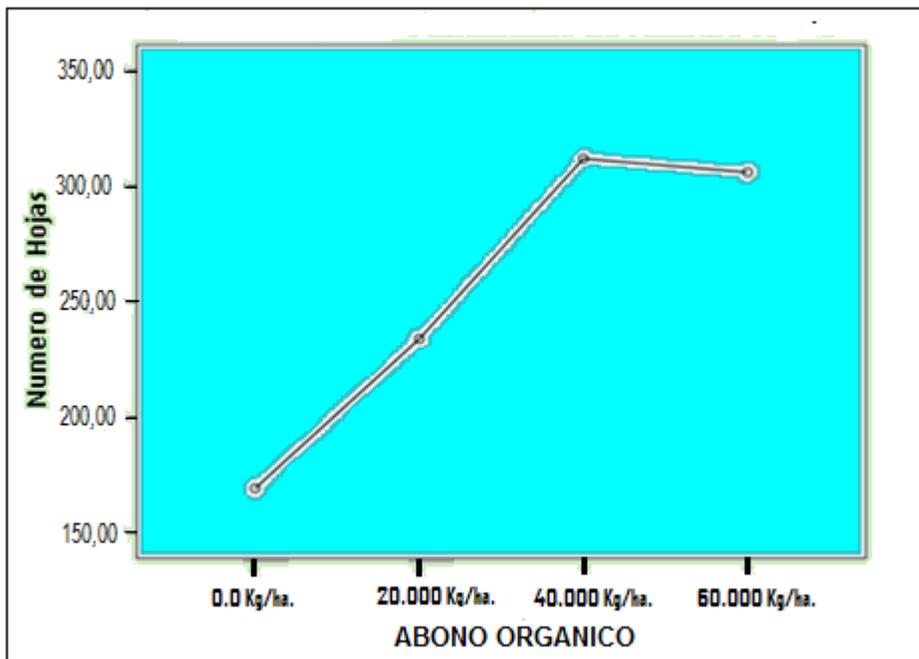


Figura 22. Evaluación de número hojas por tratamiento.

4.2.4. Peso de planta seco.

En la evaluación del variable de peso seco de planta, se obtuvieron con la aplicación de una dosis de 60.000 kg/ha. de abono orgánico (tratamiento T4), se obtuvo la mejor respuesta con un rendimiento 12,91 gr. en promedio por planta, con respecto a los tratamientos T3 , T2 y siendo el testigo T1 (0,0 kg/ha. de A. O.) con menor peso seco por planta (7,11 gr. en promedio).

Cuadro 24. Análisis de varianza, para variable peso seco por planta de stevia.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Fr > F
Localidad	1	66,99	66,99	5,79	0,027 *
Bloque(localidad)	6	64,38	10,73	0,93	0,499 NS
Tratamiento	3	157,71	52,57	4,55	0,015 *
Localidad por tratamiento	3	58,24	19,41	1,68	0,207 *
Error	18	208,15	11,56		
Total	31	555,48			

Coefficiente de variación = 26,04 %

Cuadro 25. Comparación de promedios de peso seco por planta con niveles de abono orgánico, según la prueba de Duncan.

NEVELES DE ABONO ORGANICO	PESO SECO DE PLANTA (gr.)			DUNCAN
	BOLINDA	TUCUPI	PROMEDIO	
T 1 (0,0 kg/ha. M.O.)	8,09	6,13	7,11	a
T 2 (20.000 kg/ha. M.O.)	15,24	7,95	11,60	b
T 3 (40.000 kg/ha. M.O.)	11,89	11,95	11,92	b
T 4 (60.000 kg/ha. M.O.)	14,07	11,74	12,91	b

El cuadro 24, muestra el análisis de varianza de peso seco de la planta, donde se observa que existe diferencia significativa entre localidades, entre diferentes tratamientos y dentro las localidades por tratamiento, esto significa que la materia orgánica aplicada al suelo afecto en el peso seco de planta y los factores medio ambientales. No existe diferencia significativa bloques dentro las localidades a un nivel de significancia de 95 % de confianza estadística. El coeficiente de variación fue

de 26,04 % lo que significa que los datos son confiables y se encuentran dentro del rango aceptable de análisis estadístico.

De acuerdo a la prueba de comparaciones múltiples de Duncan (cuadro 25), donde se puede observar que los tratamientos T4, T3 y T2 con 12,91 gr., 11,92 gr., 11,60 gr. respectivamente, son estadísticamente similares en peso seco de planta, y siendo significativos con respecto al testigo T1 con 7,11 gr. de peso. Lo que indica que la aplicación de materia orgánica al suelo afecto favorablemente en el peso seco de la planta (figura 23), también se puede atribuir al número de hojas y ramas.

En las figuras 23 y 24, se puede observa que la dosis más alta T4 (60.000 kg/ha. A. O.) produce un mayor rendimiento en peso seco de la planta con 12,91 gr., mientras los tratamientos T3, T2 con 11,92 gr. y 11,60 gr. respectivamente y el testigo T1 con 7,11 gr. de rendimiento más bajo con respecto a los demás ensayos.

García (1982), indica que el nitrógeno, fosforo y potasio, son los elementos nutritivos principales de las plantas, para el desarrollo de las mismas y se encuentran en los tejidos de crecimiento, raíces, botones de yemas, flores, hojas y frutos.

La figura 25, muestra la diferencia estadística de peso seco de la planta entre las localidades (Bolinda y Tucupí), con niveles distintos de materia orgánica en los tratamientos T4, T3, T2 y T1, en donde se puede observar los promedios de peso seco por planta en la localidad Bolinda son mayores al Tucupí. Esta diferencia se atribuible a la asimilación de nutrientes del suelo y a los factores medio ambientales.

En la figura 26, se puede observar diferencias de peso seco por planta entre los tratamientos, donde los T2, T3 y T4 presentan con mayor peso seco de 11,60 gr., 11,92 gr. y 12,91 gr. respectivamente con respecto al testigo T1 con 7,11 gr. de peso seco por planta. Esta diferencia de peso seco por planta, probablemente se puede atribuir a la dosis de aplicación de materia orgánica al cultivo de stevia, que están concentradas los macro y micronutrientes que favorecen en el desarrollo de masa foliar de la planta de stevia.

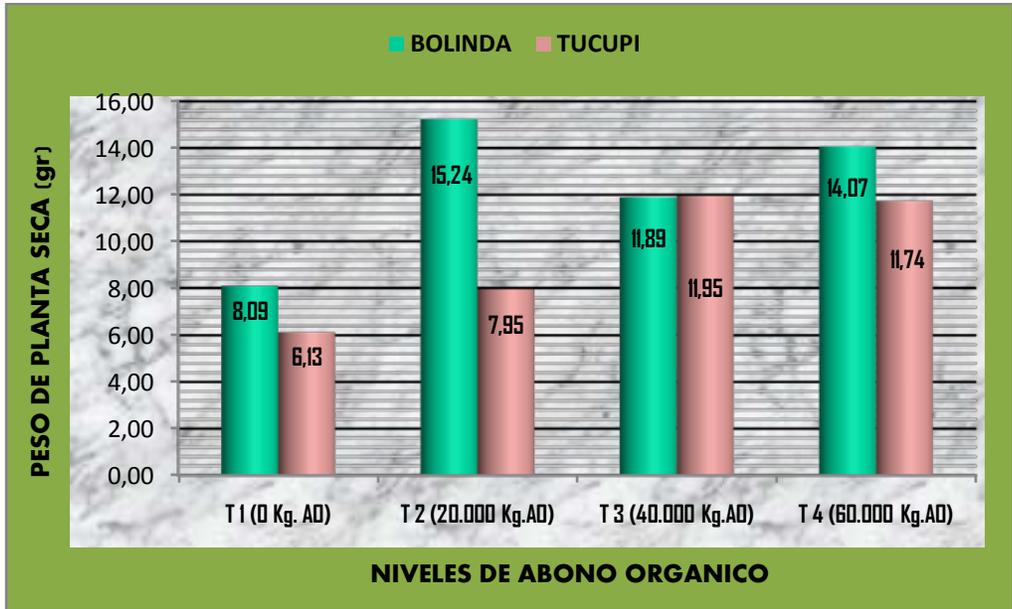


Figura 23. Peso planta seca por efecto de aplicación de abono orgánico.

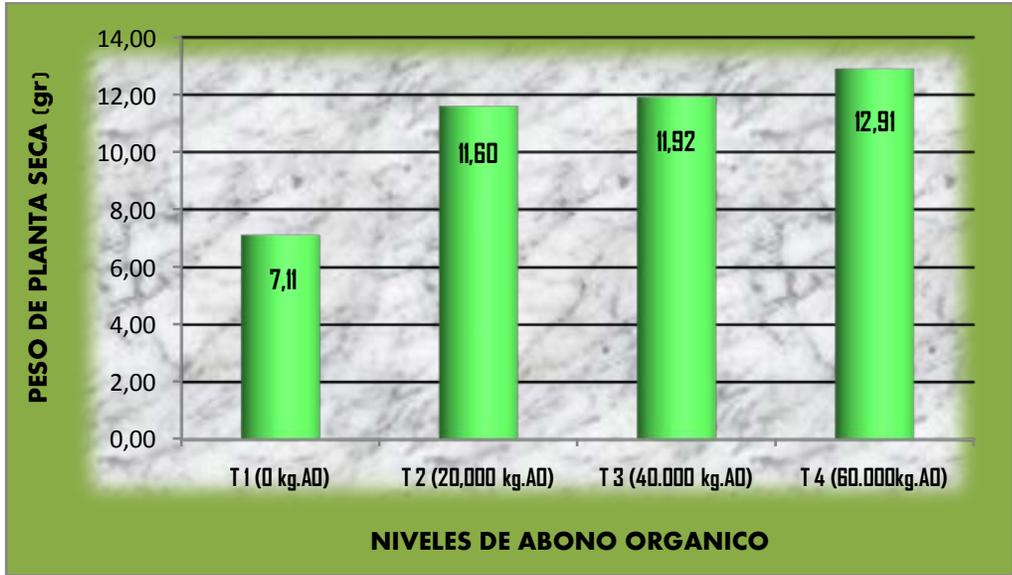


Figura 24. Medias Marginales de Peso de planta Seca por efecto de aplicación de abono orgánico en Bolinda y Tucupi.

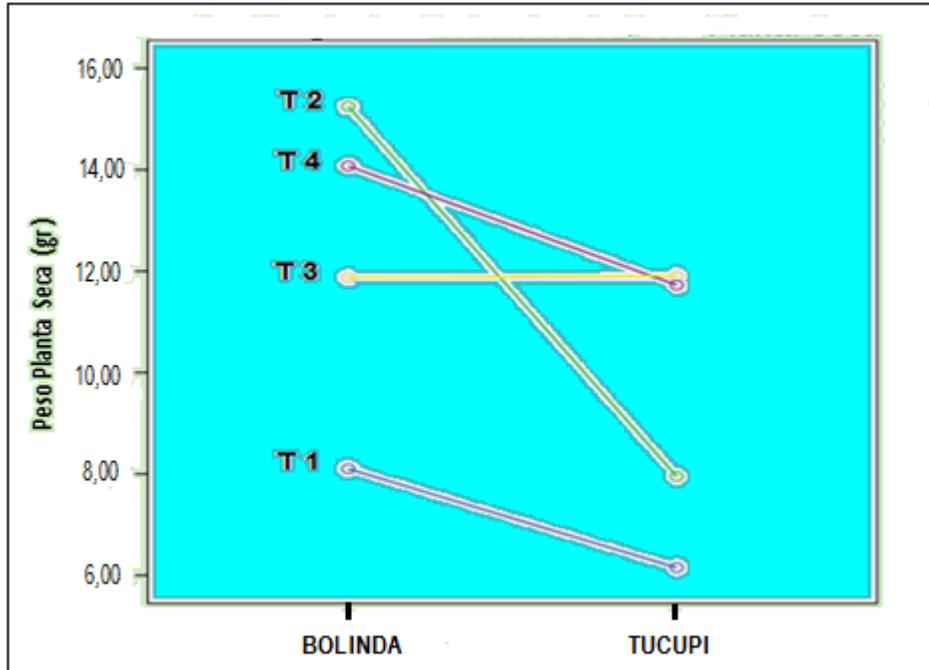


Figura 25. Promedio de peso seco por planta en las localidades (Bolinda y Tucupí)

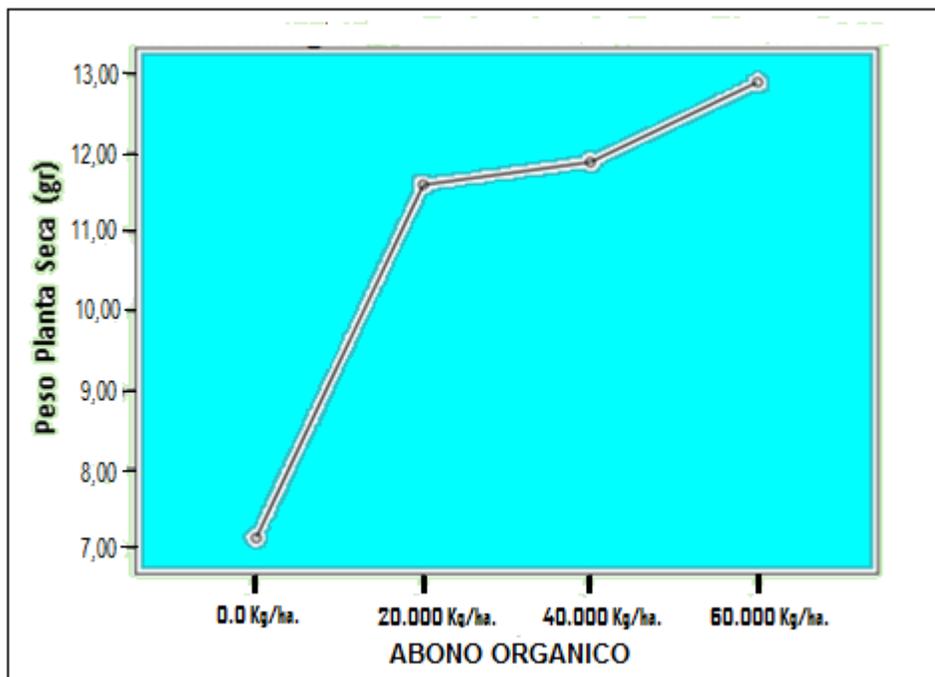


Figura 26. Evaluación de peso seco de planta por tratamiento.

4.2.5. Área foliar por planta.

En la evaluación de la variable área foliar por planta, se obtuvo la mejor respuesta con la aplicación de una dosis 60.000 kg/ha. de abono orgánico (tratamiento 4), con un rendimiento en área foliar de 3.072,04 cm². en promedio por planta, lo que representa la mejor alternativa significativa con respecto a los demás niveles de abono orgánico, en el presente trabajo.

Cuadro 26. Análisis de varianza para variable de área foliar por planta de la stevia.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Fr > F
Localidad	1	7.389.994,01	7.389.994,01	18,74	0,000 *
Bloque(localidad)	6	1.218.721,23	203.120,21	0,52	0,789 NS
Tratamiento	3	7.534.110,12	2.511.370,04	6,37	0,004 *
Localidad por tratamiento	3	2.318.821,06	772.940,35	1,96	0,156 NS
Error	18	7.099.610,71	394.422,82		
Total	31	25.561.257,13			

Coeficiente de variación = 20,58 %

Cuadro 27. Comparación de promedios de área foliar por planta con niveles de abono orgánico, según la prueba de Duncan.

NEVELES DE ABONO ORGANICO	AREA FOLIAR POR PLANTA (cm2)			DUNCAN
	BOLINDA	TUCUPI	PROMEDIO	
T 1 (0,0 kg/ha. M.O.)	2.171,75	1.428,94	1.800,34	a
T 2 (20.000 kg/ha. M.O.)	3.194,00	1.680,98	2.437,49	a b
T 3 (40.000 kg/ha. M.O.)	3.561,00	2.156,62	2.858,81	b
T 4 (60.000 kg/ha. M.O.)	3.163,00	2.981,08	3.072,04	b

El análisis de varianza (cuadro 26), para el efecto de distintas dosis de materia orgánica, muestran diferencias estadísticas significativas entre localidades de Bolinda y Tucupi, y entre tratamientos (T4, T3, T2, T1). Y no presenta significancia estadística bloques dentro las localidades y localidad por tratamiento. El coeficiente

de variación fue 20,58 %, lo cual indica que la variabilidad de los datos se encuentra dentro los rangos aceptables para el análisis estadístico y el manejo experimental fue conducido adecuadamente (Stell y Torrie, 1996). Lo cual significa que los niveles de tratamiento y factores medio ambientales de la zona de estudio, afectaron en el área foliar de la planta de stevia.

De acuerdo a la prueba de Duncan (cuadro 27), muestra las diferencias estadísticas, como el efecto de la aplicación de las distintas niveles de abono orgánico para la variable de área foliar por planta. Donde los tratamientos T4 (60.000 kg/ha de A.O.), T3 (40.000 kg/ha. de A. O.) y T2 (20.000 kg/ha. de A. O.) con 3.072,04 cm², 2.858,81 cm², y 2.437,49 cm² respectivamente, son similares estadísticamente. Pero respecto al testigo T1 (0 kg/ha. A. O.) con 1.800,34 cm² de área foliar por planta, presenta diferencia significativa con menor área foliar. Lo que indica que la aplicación de diferentes dosis de fertilización orgánica, afecto favorablemente en el rendimiento de el área foliar por planta.

El cuadro 27, también muestra la prueba de Duncan para los tratamientos T4, T3, T2, donde estadísticamente no existe diferencia significativa entre los tratamientos indicados, pero si existe diferencia respecto al testigo, sin embargo la figura 30, muestra que existe diferencias entre los tratamientos T4,T3 y T2 en el área foliara por planta

En las figuras 27 y 28, se observa la diferencia de área foliar por planta, donde el tratamiento T4 con 60.000 kg/ha. de abono orgánico, presenta el mayor área foliar de 3.072,04 cm², seguido de los tratamientos T3, T2, con niveles de 40.000, 20.000 kg/ha.de abono orgánico y con 2.858,81 cm², 2.437,49 cm² respectivamente. Y el testigo T1 con 1.800,34 cm² de área foliar por planta es menor respecto a los demás tratamientos del presente trabajo de investigación.

Esta diferencia se atribuye principalmente a la incorporación de la materia orgánica al suelo y al número de ramas verticales por planta, de esta manera afecto considerablemente en el incremento de número de hojas y en área foliar de la planta.

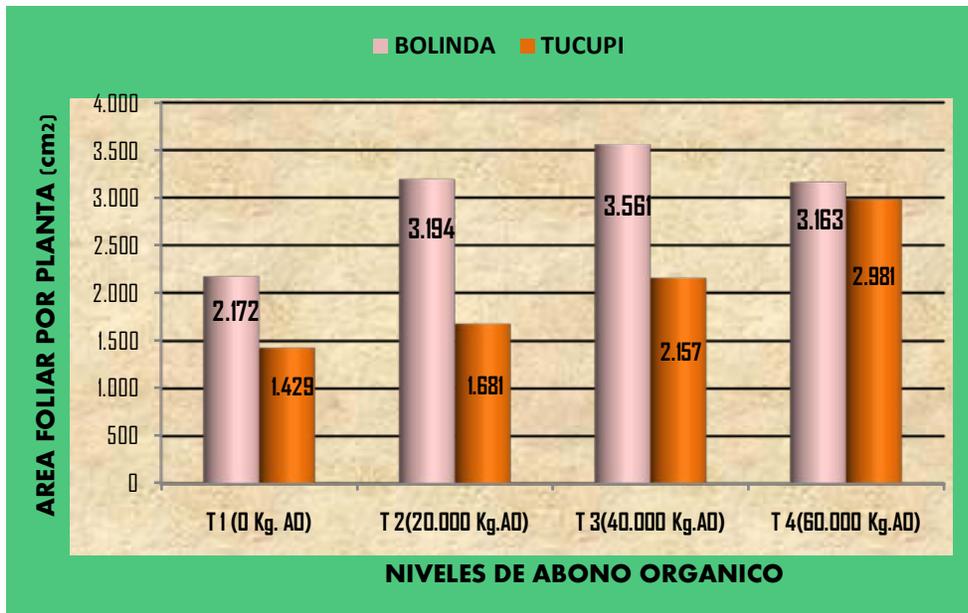


Figura 27. Área foliar por efecto de aplicación de abono orgánico.

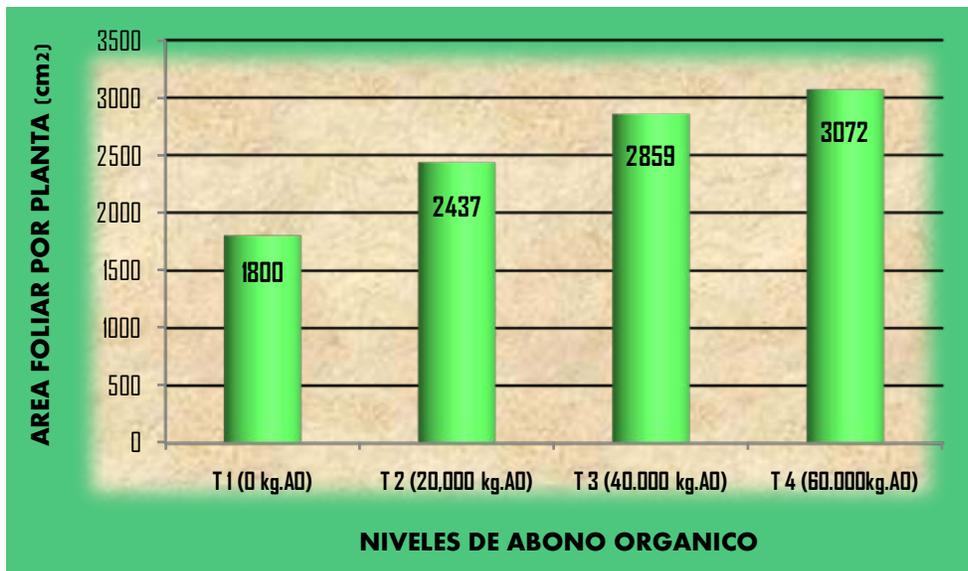


Figura 28. Medias Marginales de Área Foliar por Planta por efecto de aplicación de abono orgánico en Bolinda y Tucupí.

La figura 29, muestra la diferencia estadística de área foliar por planta entre las localidades (Bolinda y Tucupí), con diferentes niveles de materia orgánica en los tratamientos T4, T3, T2 y T1, en donde se puede observar los promedios de área foliar por planta en la localidad Bolinda son mayores con respecto a Tucupí. Esta diferencia se atribuye a número de tallos verticales, altura de planta, número de hojas por planta, asimilación de nutrientes del suelo y a los factores medio ambientales.

En la figura 30, se puede observar las diferencias de área foliar por planta entre los tratamientos, donde los T4, T3 y T2 presentan con mayor área foliar de 3.072,04 cm²; 2.858,81 cm² y 2.437,49 cm² respectivamente con respecto al testigo T1 con 1.800,34 cm² de área foliar por planta. Esta diferencia de área foliar por planta probablemente se puede atribuir a los niveles de aplicación de materia orgánica al cultivo de stevia, que están concentradas los macro y micronutrientes que favorecen en el desarrollo de la masa foliar y a otros factores.

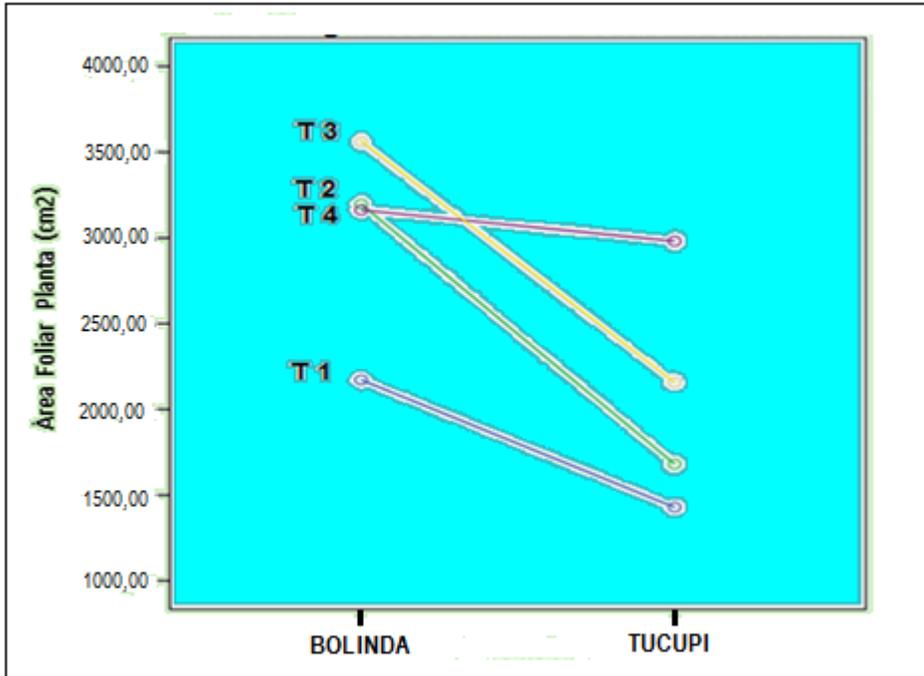


Figura 29. Promedio de área foliar en las localidades (Bolinda y Tucupí)

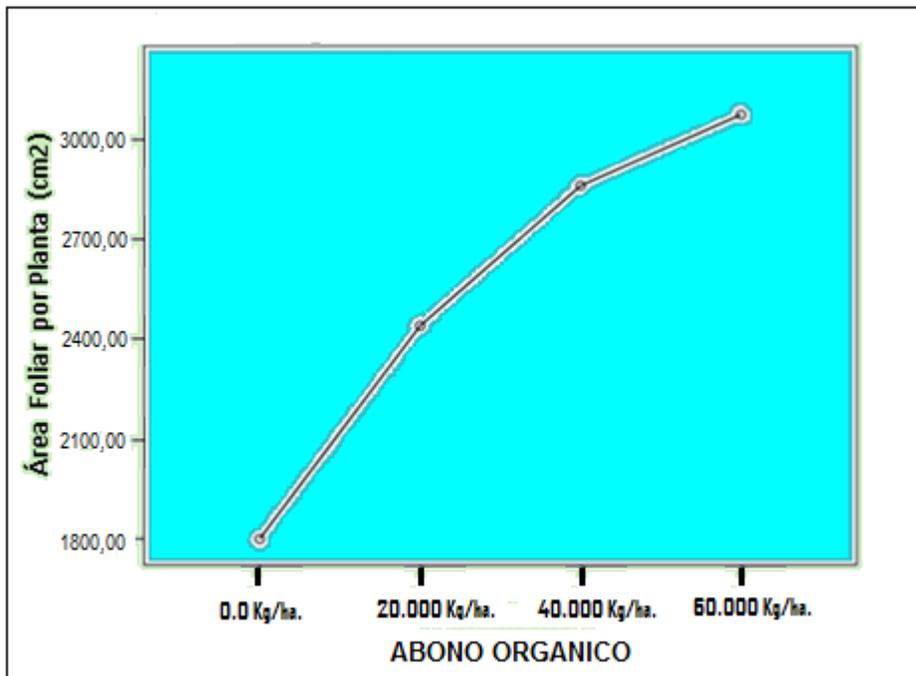


Figura 30. Evaluación de área foliar por tratamiento.

4.2.6. Peso de hoja seca por planta.

En la evaluación de esta variable, con la aplicación de una dosis de 60.000 kg/ha. de abono orgánico (tratamiento T4), se obtuvo la mejor respuesta con un rendimiento en peso seco de hojas de 7,96 gr. en promedio por planta, lo que significa la mejor alternativa significativa con respecto a las otras niveles de abono orgánico del presente trabajo.

Cuadro 28. Análisis de varianza para variable peso de hoja seca por planta de la stevia.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Fr > F
Localidad	1	17,11	17,11	4,22	0,055 NS
Bloque(localidad)	6	19,28	3,21	0,79	0,588 NS
Tratamiento	3	52,63	17,54	4,32	0,018 *
Localidad por tratamiento	3	11,02	3,67	0,91	0,458 NS
Error	18	73,07	4,06		
Total	31	173,11			

Coeficiente de variación = 25,01 %

Cuadro 29. Comparación de promedios de hoja seca por planta con niveles de abono orgánico, según la prueba de Duncan.

NEVELES DE ABONO ORGANICO	PESO SECO DE HOJA POR PLANTA (gr.)			DUNCAN
	BOLINDA	TUCUPI	PROMEDIO	
T 1 (0,0 kg/ha. M.O.)	5,17	4,01	4,59	a
T 2 (20.000 kg/ha. M.O.)	8,61	5,30	6,96	b
T 3 (40.000 kg/ha. M.O.)	7,36	7,34	7,35	b
T 4(60.000 kg/ha. M.O.)	8,66	7,26	7,96	b

El análisis de varianza (cuadro 28), para el efecto de distintas niveles de abono orgánico, muestra diferencia estadística significativa entre los tratamientos, y no existiendo diferencias significativas entre localidades, bloques dentro localidades y tratamientos por localidad, bajo una probabilidad estadística del 95% de confianza. El coeficiente de variación fue 25,01 %, lo cual indica que la variabilidad de los datos se

encuentra dentro los rangos aceptables para análisis estadístico y el manejo experimental fue conducido adecuadamente (Stell y Torrie, 1996). Lo cual significa que los niveles de tratamiento afectaron en el peso seco de la hoja.

A través de la prueba de Duncan, realizada para los tratamientos (cuadro 29), se muestra las diferencias estadísticas, con el efecto de la aplicación de distintos niveles de abono orgánico para el variable rendimiento de hoja seca por planta. Donde los tratamientos T4 (60.000 kg/ha de A.O.), T3 (40.000 kg/ha. de A. O.) y T2 (20.000 kg/ha. de A. O.) con 7,96 gr., 7,35 gr., y 6,96 gr. respectivamente, y son similares estadísticamente. Pero respecto al testigo T1 (0 kg/ha. A. O.) con 4,9 gr. de hoja seca por planta, presenta diferencia significativa con menor peso. Lo que indica que la aplicación de diferentes dosis de fertilización orgánica, afecto favorablemente en el rendimiento de hoja seca.

Al observar las figuras 31 y 32, se advierte la diferencia de peso seco de hoja por planta, donde el tratamiento T4 con 60.000 kg/ha. de abono orgánico, presenta el mayor peso de hoja seca, seguido de los tratamientos T3, T2, con niveles de 40.000, 20.000 kg/ha de abono respectivamente. Y el testigo con 4,59 gr. de peso seco de hoja por planta es menor, respecto a los tratamientos anteriormente mencionados.

Esta diferencia se atribuye al número de ramas verticales por planta, hojas y a la incorporación de la materia orgánica al suelo, de esta manera incrementando el rendimiento en hoja seca por planta.

La figura 33, muestra la diferencia estadística de hoja seca por planta entre las localidades (Bolinda y Tucupi), con diferentes niveles de materia orgánica en los tratamientos T4, T3, T2 y T1, en donde se puede observar los promedios de peso de hoja seca por planta en la localidad Bolinda son mayores al Tucupi. Esta diferencia se atribuible a número de tallos verticales, hojas por planta, asimilación de nutrientes del suelo y a los factores medio ambientales.

Según Sakaguchi (1982), indica que el potasio es muy importante sobre el rendimiento de hoja seca en el cultivo de stevia.

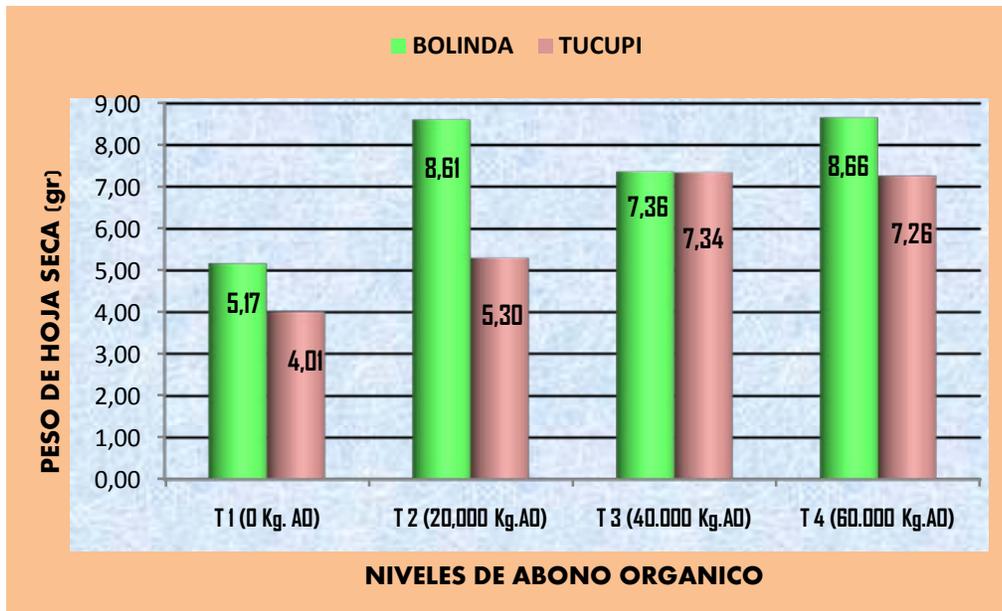


Figura 31. Peso de hoja seca por planta por efecto de aplicación de abono orgánico

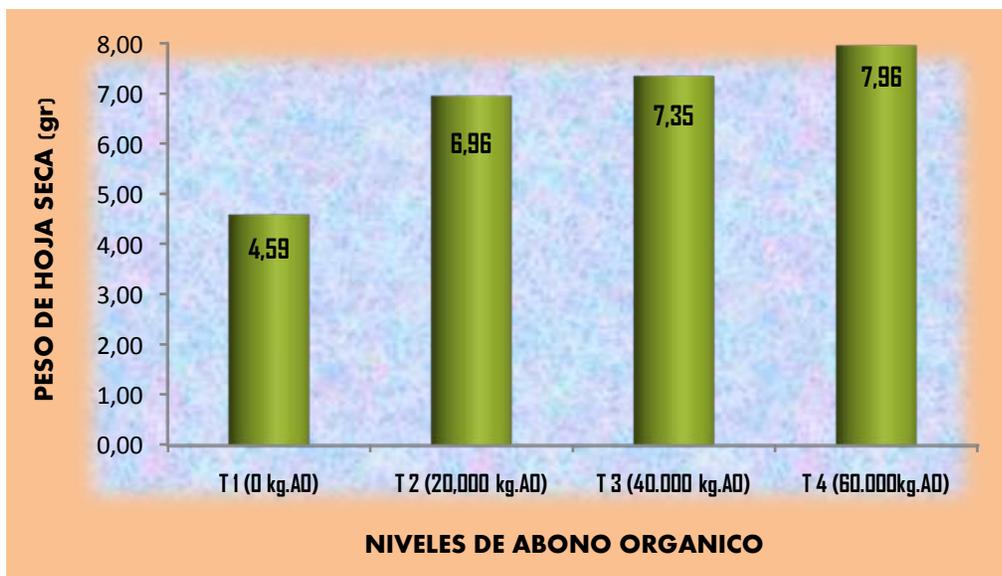


Figura 32. Medias marginales de peso de hoja seca por planta por efecto de aplicación de abono orgánico en Bolinda y Tucupi.

El cuadro 29, también muestra la prueba de Duncan para los tratamientos T4, T3, T2, donde estadísticamente no existe diferencia significativa entre los tratamientos indicados, pero si existe diferencia respecto al testigo, sin embargo la figura 34, muestra que existe diferencias mínimas entre tratamientos (T4,T3,T2), en el peso de hoja seca por planta.

En la figura 34, se puede observar las diferencias de peso de hoja seca por planta entre los tratamientos, donde los T4, T3 y T2 presentan con mayor peso de hoja seca de 7,96 gr., 7,35 gr., y 6,96 gr. respectivamente con respecto al testigo T1 con 4,59 gr. de hoja seca por planta. Esta diferencia de peso de hoja seca por planta probablemente se puede atribuir a la dosis de aplicación de materia orgánica al cultivo de stevia, que están concentradas los macro y micronutrientes que favorecen en el desarrollo de la masa foliar y crecimiento.

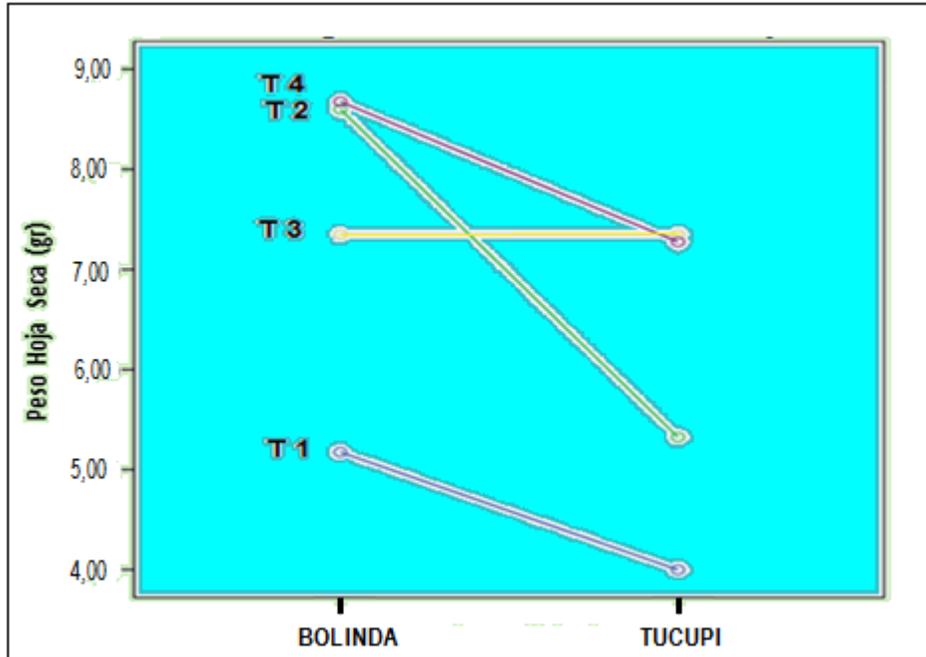


Figura 33. Promedio peso de hoja seca por planta en las localidades (Bolinda y Tucupi).

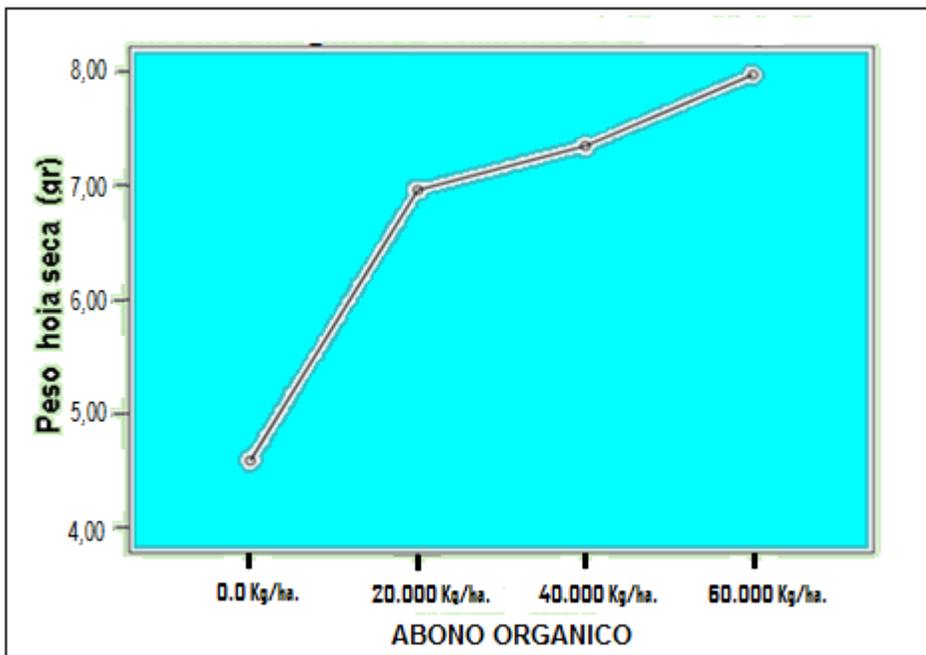


Figura 34. Evaluación de peso de hoja seca por tratamiento

4.8 Evaluación del contenido de la concentración de steviosido.

4.3.1. Análisis de varianza del contenido de steviosido

En la evaluación del contenido de steviosido, con la aplicación de una dosis de 60.000 kg/ha. de abono orgánico (tratamiento T4), se obtuvo la mejor respuesta con un rendimiento del contenido de 12,87 % steviosido en promedio de la materia seca de la stevia, lo que significa la mejor alternativa significativa con respecto a las otras niveles de abono orgánico.

Cuadro 30. Análisis de varianza steviosido de la stevia.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Fr > F
Localidad	1	11,80	11,80	727,26	0,000 *
Bloque(localidad)	6	0,09	0,02	0,95	0,486 NS
Tratamiento	3	27,18	9,06	558,48	0,000 *
Localidad por tratamiento	3	11,79	3,93	242,28	0,000 *
Error	18	0,29	0,02		
Total	31	51,15			

Coefficiente de variación = 1,25 %

Cuadro 31. Comparación de promedios de concentración de steviosido con niveles de abono orgánico, según la prueba de Duncan.

TRATAMIENTOS	CONCENTRACION DE STEVIOSIDO (%)			DUNCAN
	BOLINDA	TUCUPI	PROMEDIO	
T2 (20.000,0 kg/ha de A.O.)	11,92	10,00	10,48	a
T1 (0,0 kg/ha de A.O.)	11,73	9,22	10,96	a
T3 (40.000 kg/ha de A.O.)	10,70	11,44	11,07	b
T4 (60.000 kg/ha de A.O.)	13,44	12,29	12,87	c

El análisis de varianza (cuadro 30), para el efecto de distintas niveles de abono orgánico en contenido de steviosido, se muestra diferencia estadística significativa entre las localidades, entre tratamientos, dentro las localidades por tratamiento y no existiendo diferencias significativas bloques dentro localidades, bajo una probabilidad estadística del 95% de confianza. El coeficiente de variación fue 1,25 %, lo cual indica que la variabilidad de los datos se encuentra dentro los rangos aceptables

para análisis estadístico y el manejo experimental fue conducido adecuadamente (Stell y Torrie, 1996). Lo cual significa que los niveles de tratamiento afectaron en el contenido de steviosido.

La prueba de Duncan realizada (cuadro 31), se muestra las diferencias estadísticas, del efecto de distintos niveles de abono orgánico en el contenido de steviosido. Donde los tratamientos T1 (0,0 kg/ha de A.O.) y T2 (20.000 kg/ha. de A. O.) con 10,96 % y 10,48 % steviosido respectivamente son similares estadísticamente y los tratamientos T1 (0,0 kg/ha de A.O.), T3 (40.000,0 kg/ha de A.O.) y T4 (60.000,0 kg/ha de A.O.) con 10,96 %, 11,07 % y 12,87 % steviosido respectivamente presentan diferencias significativas en contenido de steviosido. Pero respecto al testigo T1 (0 kg/ha. A. O.) con 10,96 % steviosido, presenta diferencia significativa con menor contenido de steviosido. Lo que indica que la aplicación de diferentes dosis de fertilización orgánica, afecto favorablemente en el rendimiento de la concentración de steviosido.

Al observar las figuras 35 y 36, se observa la diferencia del contenido de steviosido por tratamiento, el T4 con 60.000 kg/ha. de abono orgánico, presenta con mayor contenido de steviosido de 12,87 %, seguido de los tratamientos T3, T2 y T1 con niveles de 40.000, 20.000 kg/ha y 0,0 kg/ha de abono orgánico respectivamente presentan 11,07 %, 10,48 % y 10,96 % de steviosido. Y se concluye con el tratamiento T4 se obtuvo la mayor concentración de steviosido, respecto a los tratamientos anteriormente mencionados.

Esta diferencia se atribuye a la incorporación de la materia orgánica al suelo y condiciones medio ambientales en las que se desarrollan las plantaciones de stevia.

En localidad de **Bolinda** el tratamiento T4 (13,44 % steviosido) con relación al testigo (11,92 % steviosido), siendo superior el tratamiento T4 con 1,54 % del contenido de steviosido. Y en la localidad de **Tucupi** el tratamiento T4 (12,29 % steviosido) con relación al testigo (10,00 % steviosido), siendo superior el tratamiento T4 con 2,29 % del contenido de steviosido (cuadro 35).

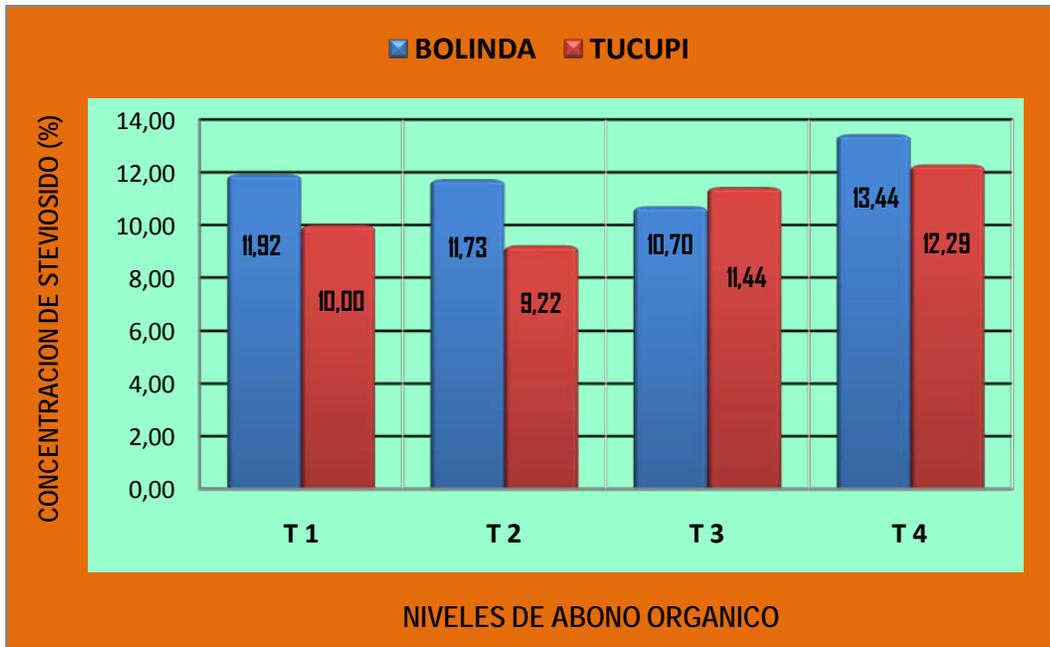


Figura 35. Efecto de niveles de abono orgánico en contenido steviosido en las localidades

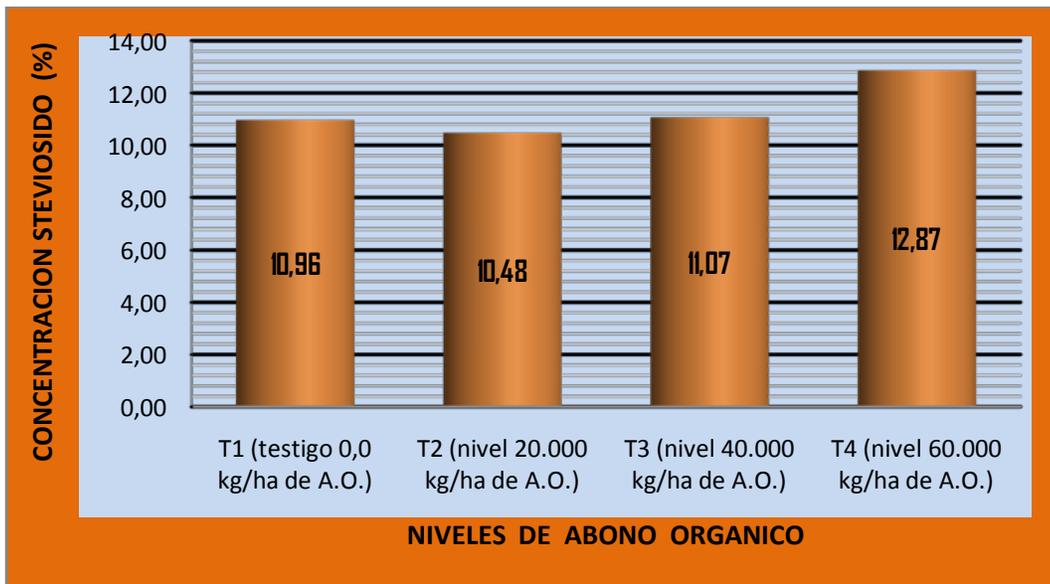


Figura 36. Efecto de niveles de abono orgánico en contenido steviosido

En la figura 36, se observa una tendencia incremental de steviosido, por efecto de la aplicación de distintos niveles de Abono Orgánico, por lo que se puede concluir; la aplicación de Abono Orgánico, aumento el contenido de steviosido.

Los resultados obtenidos en promedio de las dos localidades (Bolinda y Tucupi), se evidencia que existe un mayor contenido de steviosido en el tratamiento T4 con relación al testigo con 1,91 %. Siendo el tratamiento T4 superior a los demás tratamientos con distintos niveles de abono orgánico (figura 36).

La figura 37, muestra la diferencia estadística del contenido de steviosido entre las localidades (Bolinda 1 y Tucupi 2), con diferentes niveles de materia orgánica en los tratamientos T4, T3, T2 y T1, en donde se puede observar los promedios del contenido de steviosido en localidad Bolinda son mayores al Tucupi. Esta diferencia se atribuye al tipo de suelo, asimilación de nutrientes del complejo suelo y a los factores medio ambientales.

La figura 38, muestra que el contenido de steviosido, aumenta linealmente en 0,0003 % hasta una nivel 60.000 kg/ha de abono orgánico y 60 % de la variación de steviosidos es explicada por su relación lineal con distintos niveles de abono orgánico aplicadas al cultivo de stevia.

La concentración de steviosido es proporcional a los niveles de abono orgánico aplicados al cultivo de stevia, como se puede observar en la figura 38.

Los resultados de los análisis del contenido de steviosido por tratamiento, evidencias un aumento del contenido de steviosido, a medida que se incrementan los niveles de abono orgánico, con relación al testigo, en las dos localidades de Bolinda y Tucupi.

El tratamiento T4 fue superior al contenido de steviosido encontrado por Vallejos (2008) entre los rangos de 8,7 a 10,5 de steviosidos totales.

Según **Jordán (1984)**, quien menciona que el contenido de steviosido es variable, dependiendo de la genética de la planta, temperatura, humedad, fotoperiodo, pureza de la muestra y de muchos otros factores.

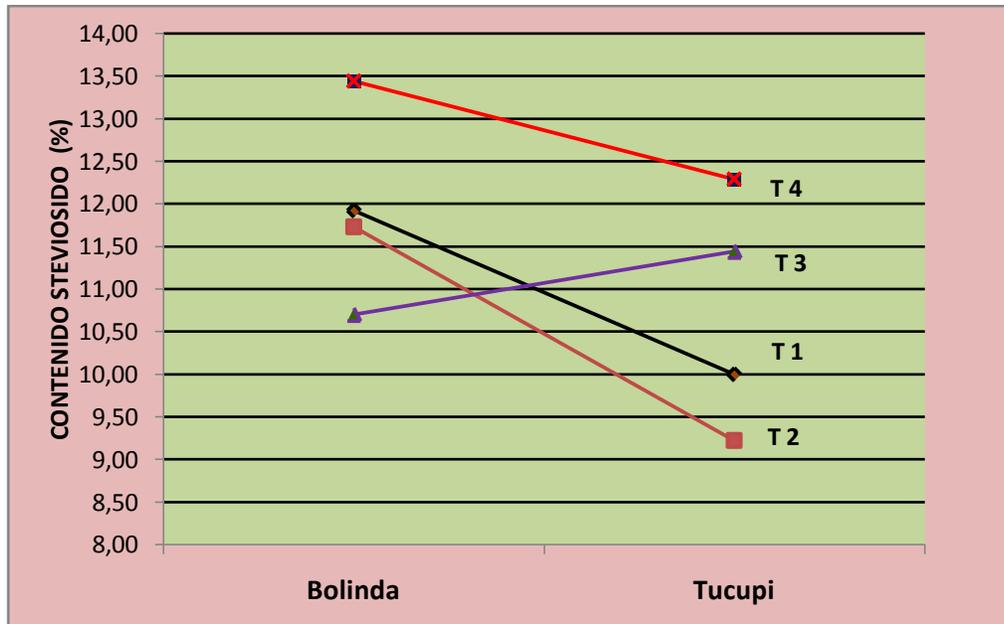


Figura 37. Promedio contenido de steviosido en localidades (Bolinda y Tucupi).

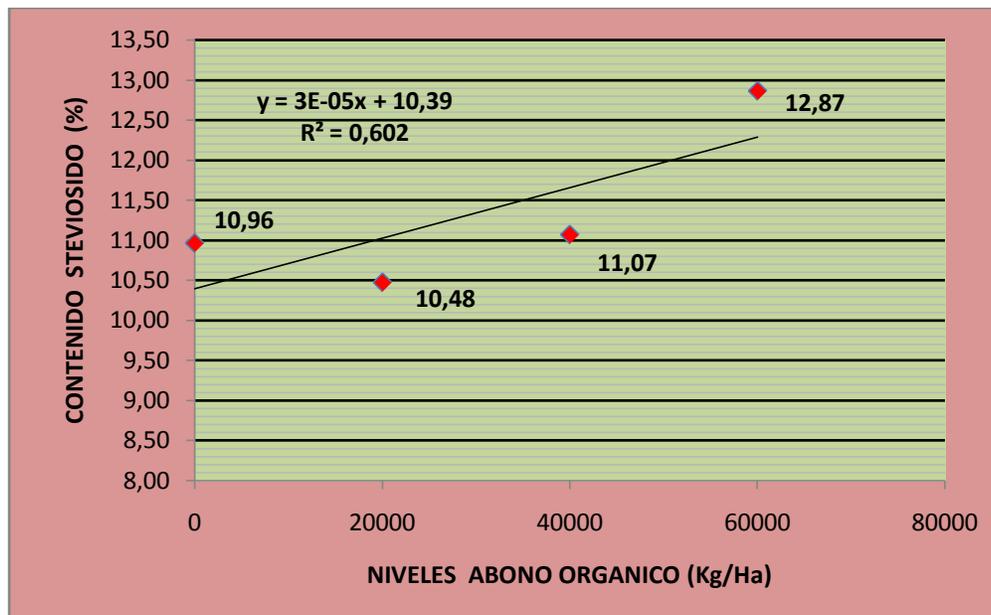


Figura 38. Relación niveles de abono orgánico vs contenido de steviosido.

El Instituto Internacional de la Potasa (1978), mencionado por **Paja (2000)**, señala que la energía de la luz absorbida por las hojas, el dióxido de carbono (CO₂) es combinado con agua y se forman la glucosa con la liberación simultánea de oxígeno. Y el mismo autor menciona que el potasio es vital para muchas reacciones enzimáticas y muy importante para fotosíntesis, ya que en la Estación Experimental de Kentucky Lexington (EE.UU.) donde se realizaron experimentos con maíz, donde las hojas con concentración de potasio asimilaron la doble cantidad de dióxido de carbono.

El steviosido y el rebaudiosido, son los principales constituyentes de glucósidos diterpenos, con diferentes moléculas de azúcar atadas. Se estima que el rebaudiosido es 30 veces más dulce que el steviosido.

Por lo que se puede concluir del mencionado anteriormente; el contenido de potasio en la fertilidad del suelo y fertilizantes, influye favorablemente en el incremento del contenido de steviosido, ya que el potasio toma parte en la actividad fotosintética, favoreciendo la asimilación de la glucosa. Siendo el steviosido el principal constituyente del glucósido.

En consecuencia el uso de distintos niveles de abono orgánico, incrementa de manera paulatina en el contenido de steviosido, con relación al testigo. En conclusión los abonos orgánicos con mayor contenido de potasio, favorecerán o/y incrementarán la concentración steviosidos en la planta de stevia.

Los resultados del presente trabajo de investigación en las localidades de Bolinda y Tucupí, es similar con los reportes de Vellejos (2008) con distintos dosis de Abono Orgánico Líquido, encontrando desde 8,7 a 10,5 % de contenido de esteviosido en Taipiplaya – Caranavi. Y Paja (2000) contrasta ampliamente con la aplicación de niveles de fertilización orgánica (0 a 45 TM/ha) en San Buenaventura, quien encontró los valores desde 7,5 a 21 % de esteviosido, y por su parte Gutiérrez (2005) evaluó las características agronómicas y secado, encontró contenido de esteviosido de 10,22 % con una variación de 2,13 %, los cuales son similares al presente trabajo.

4.3.2. Relación de las variables agronómicas en contenido de steviosido.

A continuación se describen las relaciones y correlaciones estadísticas del contenido de steviosido, con aplicación de diferentes niveles de abono orgánico.

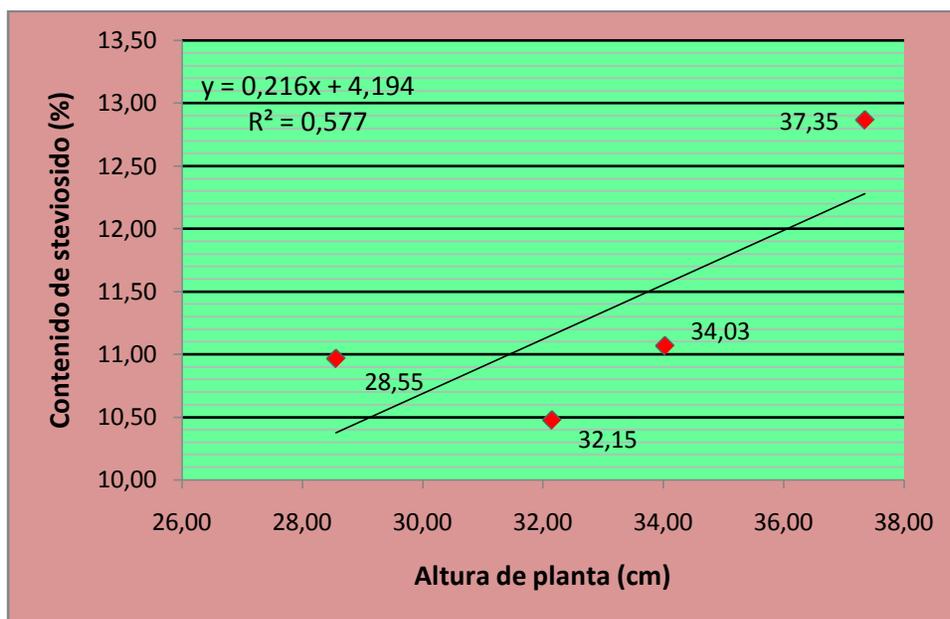
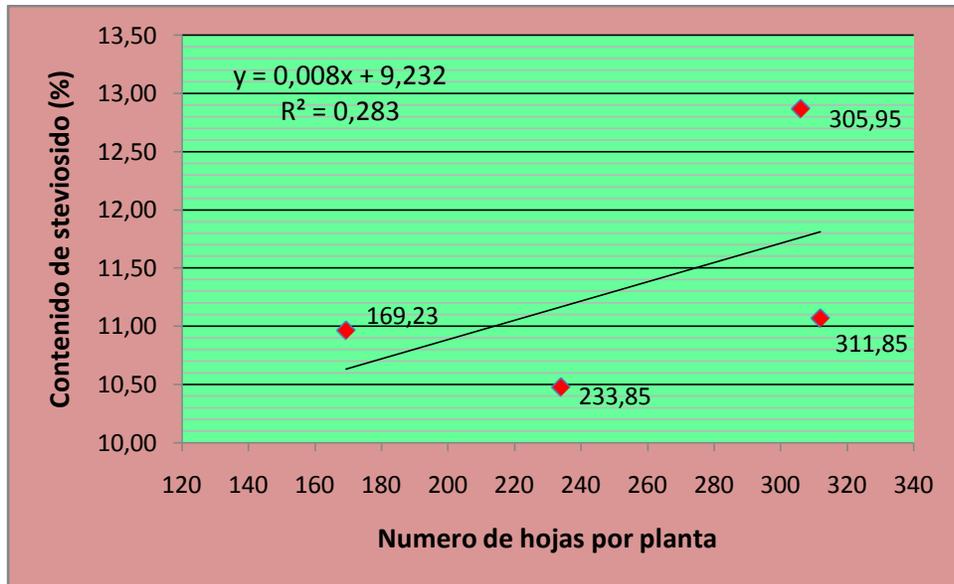


Figura 39. Relación altura de planta vs contenido de steviosido.

La figura 39, muestra que el contenido de steviosido, aumenta linealmente en 0,21 % hasta una altura de 37,35 cm. el 57 % de la variación de steviosidos es explicada por su relación lineal con la altura de la planta.

La concentración de steviosido no es proporcional a la mayor altura obtenido con el tratamiento T4 (60.000 kg/ha), si no que la concentración de steviosido es independiente de la altura de planta de stevia.

La figura 40. se observa que el contenido de steviosido aumenta linealmente a medida que aumenta el número de hojas por planta, por cada aumento en el número de hojas por planta el contenido de steviosido aumenta en 0,008 %, y el 0,28 % de la variación es explicada por su relación lineal. Por lo tanto se puede decir que el contenido de steviosido está en función del número de hojas por planta, aunque también podría estar influenciada por otros factores.



Relación 40. Relación número de hojas por planta vs contenido de steviosido

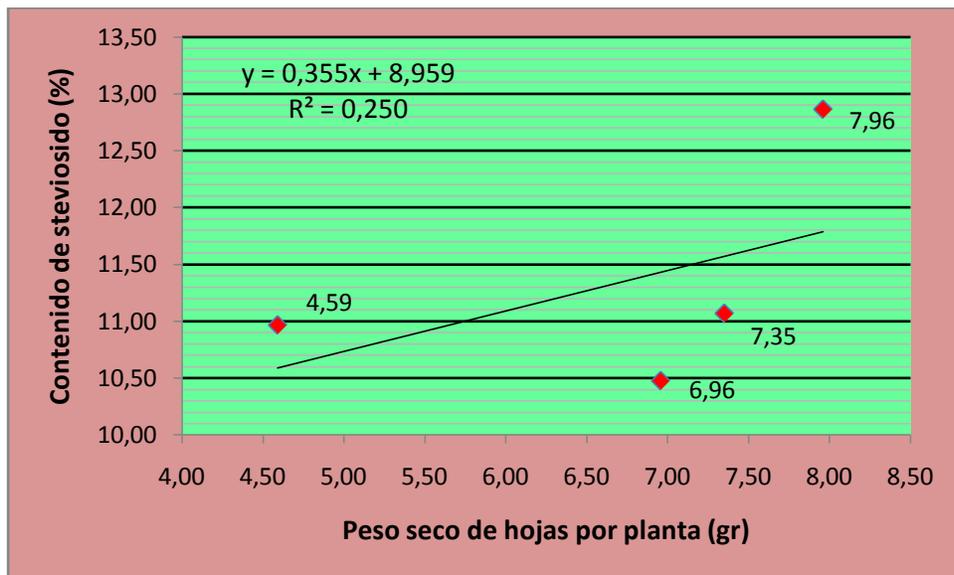


Figura 41. Relación peso seco de hojas por planta vs contenido steviosido

En la figura 41, se observa una tendencia lineal entre variables y por cada aumento en el peso seco de hojas por planta, el contenido de steviosido aumenta en 0,35 % y el 0,25 % de la variación es explicada por su relación lineal, por lo tanto se puede decir que el contenido de steviosido tendrá una relación alta y directa con el peso seco de hojas por planta de stevia.

4.9 Manejo de cultivo y su impacto ambiental.

El cultivo de stevia requiere un adecuado manejo agronómico, como el deshierbe, aporque y incorporación de abonos orgánicos.

Es un cultivo intensivo, exigente de elementos nutritivos como los macro y micronutrientes, para un mejor rendimiento del cultivo requiere de fertilizantes como los abonos orgánicos.

El manejo agronómico en el cultivo de stevia es de vital importancia, como el deshierbe a su debido tiempo, riegos a capacidad de campo y cortes en su momento antes de la floración y otras actividades agrícolas que favorecen al cultivo, como control de enfermedades.

La habilitación de cultivos de stevia con pendientes mayores a 10 %, expone a una erosión del suelo y parcelas con mayores extensiones de área de cultivo, también provoca el deterioro del medio donde se cultiva y a una erosión del suelo con mayor intensidad.

En áreas con pendientes muy pronunciado como los terrenos de la provincia de Caranavi, no es recomendable habilitar parcelas de cultivo de stevia en superficies mayores a un cató. Además se debe cultivar en franjas en sentido contrario al pendiente.

La localidad de Tucupí, una zona con pendientes no muy pronunciadas, con planicies y con bastante líquido elemental agua, es una zona adecuada para este cultivo de stevia.

Es un cultivo exigente en nutrientes y por lo tanto extrae todos los elementos nutritivos del suelo, y en futuro podrían causar áreas improductivas. Y para mitigar el daño se recomienda al productor de este cultivo aplicar los abonos orgánicos, realizar plantación alrededor del cultivo barreras vivas y especies forestales, para reponer los nutrientes extraídos del suelo.

4.10 Análisis Económico de Presupuestos Parciales.

El presente trabajos de investigación está dirigida al productor de stevia para dar una alternativas en la produccion de este cultivo. En este sentido el presenta trabajo de investigación pretende determinar costo menores de produccion, para obtener mayores rendimientos y por ende mejores ingresos económicos.

El análisis económico, determinara las pautas para optar los mejores tratamientos, tanto en el rendimiento como en la obtención de beneficios frente a las diferentes alternativas de produccion de stevia.

4.10.1 Rendimientos Medios.

Los rendimientos medios presenta el promedio de produccion por unidad de superficie (unidad experimental y/o repetición).

4.10.2 Costos que Varían.

En el Anexo 7, se detallan todos los costos variables por efecto de cambio de los tratamientos que varían de menor a mayor, los niveles de abono orgánico, aplicados al cultivo de estevia en ambas localidades (Bolinda y Tucupi).

Los costos que varían son relacionados con la compra de insumos, mano de obra, herramientas y maquinaria, que varían de un tratamiento a otro.

4.10.3 Beneficio Bruto.

En el presente ensayo el beneficio bruto fue calculado por el rendimiento ajustado del cultivo por el precio de campo (cuadro 32).

Cuadro 32. Análisis Económico por método de presupuestos parciales con A.O.

DETALLE	TRATAMIENTOS			
	T1 (0,0 kg/ha. A.O.)	T2 (20.000 kg/ha. A.O.)	T3 (40.000 kg/ha. A.O.)	T4 (60.000 kg/ha. A.O.)
Rendimiento Kg/Ha/año	2.293,75	3.481,25	3.675,00	3.987,50
Rendimiento Ajustado Kg/Ha/año a 10 %	2.064,38	3.133,13	3.307,50	3.588,75
Costos que Varían (Bs/ha)	2.813,25	10.161,08	14.508,90	18.856,73
Beneficios Brutos (Bs/ha/año)	61.931,30	93.993,80	99.225,00	107.662,50
Beneficios Netos (Bs/ha/año)	59.118,05	83.832,72	84.716,10	88.805,77

Fuente: Elaboración propia

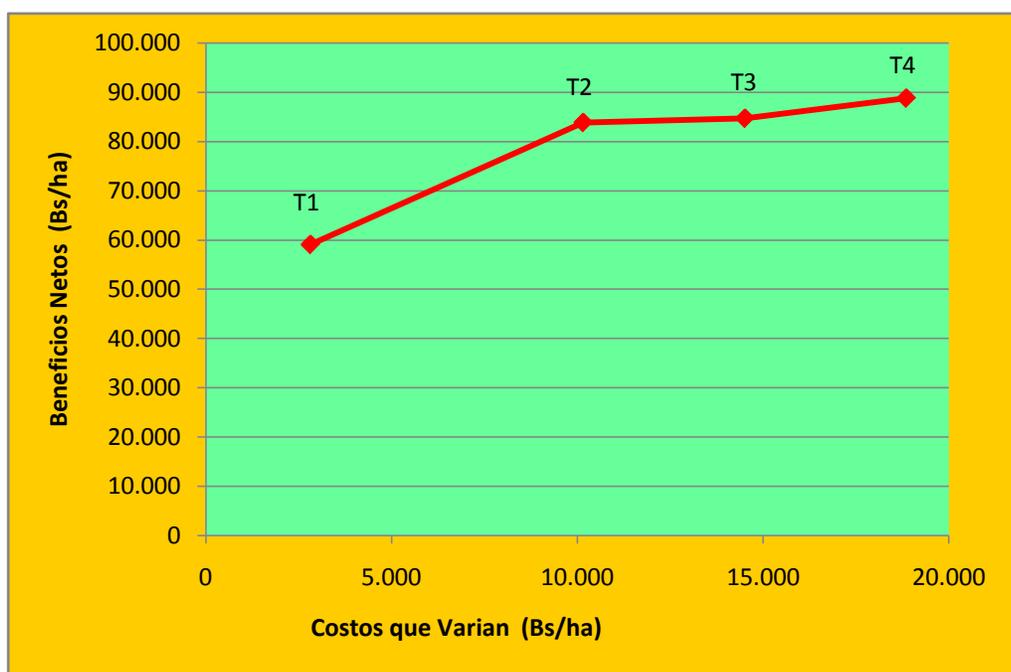


Figura 42. Beneficios Netos con Niveles de A. O. en cultivo de stevia.

4.10.4 Beneficio Neto.

La estimación de los beneficios netos, se calcula restando del beneficio Bruto (BB) los costos que varían (CqV), para cada tratamiento. La estimación de los beneficios netos se ven en el cuadro 32.

En cuadro 32 y Figura 42, se muestra que los beneficios netos por tratamiento (con niveles de abono orgánico), aplicados al cultivo de stevia, donde se observa que a medida que se incrementa la utilización de abono orgánico, se obtiene mejores beneficios netos.

4.10.5 Análisis de Dominancia.

En el cuadro 33, se observa que ninguno de los tratamientos es dominado, porque los beneficios no son menores al de un tratamiento con costo que varia menor (un tratamiento es dominado si tiene beneficio neto menor al de un tratamiento con costo menor).

Cuadro 33. Análisis de Dominancia con dosis de A.O. en cultivo de stevia.

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO AJUSTADO (Kg/Ha/año)	COSTOS QUE VARIAN (Bs/ha)	BENEFICIO NETO (Bs/ha)	DOMINANCIA
T1 (0.0 kg/ha. A.O.)	2.064,38	2.813,25	59.118,25	NO
T2 (20.000 kg/ha. A.O.)	3.133,13	10.161,08	83.832,70	NO
T3 (40.000 kg/ha. A.O.)	3.307,50	14.508,90	84.716,10	NO
T4 (60.000 kg/ha. A.O.)	3.588,75	18.856,73	88.805,80	NO

Fuente: Elaboración propia.

4.10.6 Tasa de Retorno Marginal.

Revela exactamente que los beneficios netos de una inversión aumentan al incrementar la cantidad invertida.

Cuadro 34. Determinación de tasa de retorno marginal entre los tratamientos.

TRATAMIENTO	COSTOS QUE VARIAN (Bs/ha)	BENEFICIO NETO (Bs/ha)	COSTOS MARGINALES (Bs/ha)	BENEFICIOS NETOS MARGINALES (Bs/ha)	TASA RETORNO MARGINAL (TRMg)
T1 (0.0 kg/ha. A.O.)	18.856,73	88.805,80	4.347,83	4.089,70	0,94
T2 (20.000 kg/ha. A.O.)	14.508,90	84.716,10	4.347,83	883,40	0,20
T3 (40.000 kg/ha. A.O.)	10.161,08	83.832,70	7.347,83	24.714,65	3,36
T4 (60.000 kg/ha. A.O.)	2.813,25	59.118,05			

El cuadro 34, muestra la tasa de retorno marginal para los distintos tratamientos; donde indica que por cada Bs. Invertido en el tratamiento 2, se recuperara el 1 Bs. mas 4,36 Bs. adicionales respecto al tratamiento T1; para el tratamiento T3 se recuperara el 1 Bs. mas 1,20 Bs. adicionales con relación al tratamiento T2 y finalmente para el tratamiento T4 se recuperara 1 Bs. mas 1,94 Bs. adicionales con respecto al tratamiento T3. En conclusión el tratamiento T2 (20.000 kg/ha. de A.O.) representa la mejor tasa de retorno marginal (TRMg).

4.11 Análisis Económico de Proyectos

En cuadro 35, se puede observar que los costos totales de producción de stevia, aumentan a medida que se incrementa la utilización de insumos, herramientas, materia orgánica mano de obra.

Cuadro 35. Costos totales de producción de stevia (Bs/ha/año)

DETALLE	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
COSTOS FIJOS (Bs/ha)	56.265,00	56.265,00	56.265,00	56.265,00
COSTOS VARIABLES CqV (Bs/ha)	2.813,25	10.161,08	14.508,90	18.856,73
COSTOS TOTALES (Bs/ha)	59.078,25	66.426,10	70.773,90	75.121,70

4.6.1. Valor Actualizado Neto de los Beneficios (VAN).

En el anexo 11, se puede observar los resultados para cada una de los tratamientos propuestos en forma separa para determinar cual de los tratamientos (niveles de A.O.) ofrece la mejor alternativa de beneficio económico para el proyectista, en este caso para el productor.

En el anexo 11, muestra de los cuatro tratamientos; el tratamiento T4 (60.000 kg/ha. de A. O.) presenta un Valor Actualizado Neto de beneficios más alto con 276.471,89 Bs.; seguido con tratamiento T3 (40.000 kg/ha. de A. O.) con 261.425,89 Bs.; tratamiento T2 (20.000 kg/ha. de A. O.) con 258.175,86 Bs. y tratamiento T1 (0.0 kg/ha. de A. O.) con 167.250,66 Bolivianos respectivamente, con una proyección a 5 años del proyecto. Los rendimientos de hoja seca varían de 4.000 a 6.000 kg. de hoja seca/ha/año, en el tercer y cuarto año, y luego bajan los rendimientos (Sakaguchi, 1982).

En el presente trabajo de investigación (cuadro 32), el rendimiento ajustado más alto (T4) alcanzo 3.588,75 kg/ha/año, pudiendo duplicarse en los años subsiguientes de acuerdo a lo mencionado (Sakaguchi, 1982), y por lo tanto aumentara los Beneficios Netos Proyectados.

4.6.2. Relación Beneficio Costo (B/C).

En el anexo 11, se detalla la relación Beneficio Costo (B/C), proyectado para 5 años, donde los cuatro tratamientos proporcionan una relación B/C aceptable; la mejor beneficio presenta el tratamiento T2 con 3,9 B/C, seguido contratamiento T1 con 3,8 B/C, tratamiento T3 con 3,5 B/C y tratamiento T4 con 3,3 B/C respectivamente. Lo anterior mencionado significa que el T2 por cada boliviano invertido recupera más de 2,9 bolivianos adicionales, de igual manera el T1 por cada boliviano invertido recupera más de 2,8 bolivianos adicionales, el T3 por cada boliviano invertido recupera más de 2,5 bolivianos adicionales y T4 por cada boliviano invertido recupera más de 2,3 bolivianos adicionales.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede apreciar, que el tratamiento T2 presenta la mejor índice de B/C igual a 3,9; sin embargo el Valor Actualizado de los Beneficios (VANB) es más alto en tratamiento T4 con 276.471,89 Bs. y el más bajo es el tratamiento T1 con 167.250,66 Bs. respectivamente. Existiendo un margen neto de 109.221,00 Bs. del T4 respecto a T1, margen neto de 18.296,00 Bs. del T4 respecto a T2 y un margen neto de 15.046,00 Bs. del T4 respecto a T3.

En el presente trabajo el T2, representa la mejor alternativa por las siguientes razones; el Valor Actualizado de los Beneficios está muy cercano a los tratamientos T4 y T3, los índices de B/C están también cercanos a los tratamientos T4, T3.

IX. CONCLUSIONES.

Con los resultados encontrados se llega a las siguientes conclusiones:

1. Condiciones climáticas de las dos zonas agroecológicas.

Bolinda; durante el desarrollo del ensayo la temperatura promedio fue de 20,05 °C y el fotoperiodo promedio de 12,21 horas sol, precipitación pluvial anual de 1830,95 mm. y la humedad relativa del ambiente de 74,52 % en promedio, es una zona de bosque húmedo Montaña bajo subtropical, y con una altitud a nivel del mar de 1500 msnm.. Los cuales son muy favorables para el comportamiento agronómico del cultivo de stevia.

Tucupi; durante el ensayo se registrarón la temperatura promedio de 24,97 °C y el fotoperiodo promedio de 12,34 horas sol, precipitación pluvial anual de 2016,40 mm. y la humedad relativa del ambiente de 80,58 % en promedio, es una zona de bosque húmedo tropical, y con una altitud a nivel del mar de 500 msnm.. Los cuales son muy favorables para el comportamiento agronómico del cultivo de stevia.

Las condiciones climáticas bajo las cuales se desarrolla el cultivo, son de mucha importancia, ya que las mismas influyen directamente en el crecimiento y rendimiento.

2. Análisis físico y químico de suelo.

Bolinda; realizado el análisis físico se determino, suelo de textura Franco arcilloso, con pH de 3,91; los cationes cambio como el Ca, Mg, Na y K₂O están en rangos 3,64; 1,42; 0,07 y 0,65 (meq/100 gr. suelo). Materia orgánica y nitrógeno con valores 8,03 y 0,37 % y fosforo con 18,70 ppm.. Los cuales reflejan una fertilidad media del suelo.

Tucupi; realizado el análisis físico se determino, suelo de textura Franco arenoso, con pH de 6,5; los cationes cambio como el Ca, Mg, Na y K₂O están en rangos 1,16; 1,50; 0,024 y 0,46 (meq/100 gr. suelo). Materia orgánica y nitrógeno con valores 4,20 y 0,33 % y fosforo con 6,70 ppm.. Los cuales reflejan una fertilidad media del suelo.

3. Análisis químico del abono orgánico.

Los resultados de análisis químico de la materia orgánica (80 % pulpa de café y 20 % de gallinaza), se determino los contenidos de nitrógeno total 2,90 % y P, K, Ca, Mg, están en los rangos 2.557; 15.420; 18.660; 5.399 mg. por kilogramo de suelo. Los valores determinados son cantidades relativamente altas en comparación con otros abonos orgánicos y son muy ideales para una fertilización integral a nivel del suelo.

La incorporación de la materia orgánica al cultivo, tuvo efectos y diferencias estadísticas favorables, en las variables de altura planta, área foliar, número de tallos verticales, número de hojas, rendimiento de peso seco de hojas por planta y a la fertilidad del suelo. Las mismas variables están influenciadas a la genética y otros factores medio ambientales.

4. Influencia de la materia orgánica en el contenido de steviosido.

Los resultados encontrados en el análisis del contenido de Steviosido, se concluye que el tratamiento T4 presento 12,87 % en promedio de concentración de steviosido en las hojas secas de stevia, lo cual es superior a los demás tratamientos. Por lo que se concluye que la materia orgánica incorporada al suelo, el fotoperiodo, humedad y otros factores influyeron a la mayor asimilación del Steviosido. Estos resultados representan las mejores alternativas desde punto de vista económico.

5. Relación de las características agronómicas de las dos zonas en el contenido de steviosido

En el análisis de regresión mostro una alta relación lineal de las variables agronómicas con las distintos niveles de abono orgánico. Existiendo una alta correlación en el contenido de Steviosido, donde el nivel optimo resultan ser 12,87 % de Steviosido con el tratamiento T4.

El contenido de steviosido, aumenta linealmente en 0,0003 % hasta una nivel 60.000 kg/ha de abono orgánico y 60 % de la variación de steviosidos es explicada por su relación lineal con distintos niveles de abono orgánico.

El contenido de steviosido, aumenta linealmente en 0,21 % hasta una altura de 37,35 cm. y con 57 % de la variación de steviosidos.

El contenido de steviosido aumenta linealmente a medida que aumenta el número de hojas por planta, por cada aumento en el número de hojas por planta el contenido de steviosido aumenta en 0,008 %, y el 0,28 % de la variación es explicada por su relación lineal. Por lo tanto se puede decir que el contenido de steviosido está en función del número de hojas por planta, aunque también podría estar influenciada por otros factores

Se observa una tendencia lineal entre variables y por cada aumento en el peso seco de hojas, el contenido de steviosido aumenta en 0,35 % y el 0,25 % de la variación es explicada por su relación lineal, por lo tanto se puede decir que el contenido de steviosido tendrá una relación alta y directa con el peso seco de hojas de stevia.

6. Efecto de altura sobre el nivel del mar de las zonas en la concentración de steviosido.

Las diferencias en el contenido de steviosido entre las localidades, se atribuye a diferentes factores medio ambientes, genéticos, asimilación de nutrientes del complejo suelo y otros factores medio ambientales. Donde se puede observar los promedios del contenido de steviosido en localidad Bolinda es mayor al Tucupi.

La localidad de **Bolinda** ubicada en la provincia Caranavi del departamento de La Paz, a una altura comprendida a nivel del mar 1500 msnm., es una zona de bosque húmedo Montaña subtropical

Y **Tucupi** se encuentra ubicada en municipio de Palos Blancos de la provincia Sud yungas del departamento de La Paz, a una altura a nivel del mar 500 msnm., es una zona de bosque húmedo tropical.

7. Análisis económico con los tratamientos estudiados de las dos zonas.

El análisis económico muestra que el tratamiento T4 presenta mayor beneficio neto de 88.805,80 Bs/ha/año con relación al testigo T1 que presenta un beneficio neto de 59.118,05 Bs/ha/año, seguido de los tratamientos 3 y 2 con beneficios netos de 84.716,10 y 83.832,70 Bs/ha/año respectivamente.

La producción agrícola busca alternativas viables para el productor. En este entendido el análisis tasa retorno marginal muestra con el nivel de 20.000 kg/ha. (T2) de abono orgánico se puede obtener 3,36 Bs. por cada Bs. invertido respecto al tratamiento T1, por otro lado el T4 a T3 con mayor beneficio neto se obtienen 0,94 Bs. por cada Bs. invertido y por último al pasar del T3 al T2 se obtiene 0,2 Bs. por cada Bs. invertido.

El análisis económico de la proyección del proyecto, nos indican la mejor alternativa con el tratamiento T4 con un Valor Actualizado Neto de Beneficios (VANB) de 276.471,89 Bs. seguido con el tratamiento T3 con 261.425,89 Bs. en la proyección del proyecto. Y el tratamiento T2 con mejor índice B/C con 3,9 Bs. seguido con T1 con un índice B/C de 3,8 contrastando a los tratamientos T4 y T3.

Los resultados obtenidos permiten afirmar que la aplicación de abono orgánico (80 % pulpa de café y 20 % gallinaza) en el cultivo de stevia en las localidades de Bolinda y Tucupi, afectó significativamente los dosis crecientes de abono en el desarrollo y rendimiento del cultivo y en el contenido de steviosido.

X. RECOMENDACIONES.

Para mejorar la eficiencia de la producción de stevia, con fertilizantes orgánicos y viables económicamente, se recomienda para futuros estudios los siguientes:

- Se recomienda realizar trabajos destinados a la identificación y selección de variedades.
- Se recomienda realizar estudios sobre fitomejoramiento e introducir especies mejoradas de alto rendimiento y con mayor contenido de steviosido y su adaptabilidad.
- Se recomienda realizar trabajos de investigación con fertilizantes orgánicos con mayor concentración de potasio, ya que este elemento es muy importante en el rendimiento de la masa foliar y concentración de steviosido.
- Realizar estudios sobre los métodos adecuados de obtención de steviosido.
- Evitar la producción de stevia en zonas que no tengan los requisitos ambientales, porque es un cultivo intensivo y por tanto puede causar erosión en terrenos con mayor pendiente y también empobrecer el suelo agrícola.
- Se recomienda cultivar en espacios menores a media hectárea en las zonas de Bolinda y en la zona de Tucupi mayores a una hectárea por tener aéreas planicies de mayor extencios para el cultivo.
- Dar más énfasis científico a la producción agroecológica de stevia, en cuanto al manejo técnico de producción sostenible y modelos de producción que minimice la degradación del medio ambiente.
- Efectuar estudios similares y complementarios al presente trabajo de investigación en estas regiones agroecológicas de norte de La Paz.

XI. BIBLIOGRAFIA

- ÁLVARES, L. CASACCIA, R. DUARTE, C. LOPEZ, G. 1992, Produccion de KA'A HE'E, Ministerio de Ganadería y Agricultura. Dirección de Investigación Agrícola, Asunción Paraguay.
- APAZA, V. A. 2003. Evaluación agronómica de la stevia (*Stevia rebaudiana Bert.*) bajo tres niveles de fertilización nitrogenada. Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia.
- BALLEJOS, Z. 2008. Efecto de distintas dosis de abono orgánico líquido en el comportamiento agronómico de la estevia (*Stevia rebaudiana Bert.*) en la región de Taipiplaya.
- CALZADA, J. 1982. Métodos estadísticos para la investigación. Quinta Edición. Editorial Milagros. Lima, Perú. 664 p.
- CANDEIRA, E. 2002. Promociona, Cultivo, Industrialización y Comercialización de la *Stevia rebaudiana Bert.* Maringa, Brasil.
- CARDOSO, V. 1986. Estudio de posibilidades de desarrollo de la *Stevia Rebaudiana* en el Paraguay. Informe preparado para el centro internacional de Comercio GATTIUNCTAD, Asunción Paraguay, pp 35.
- Centro de investigación y capacitación "Jesús Aguilar Paz" . La Fe Hama, Santa Barbara, febrero 2004
- Dirección Nacional de Agroindustria (1997), Informe; Posibilidades de Desarrollo Agroindustrial de la *Stevia Rebaudiana Bertoni* en Bolivia.

- FORTUNA, STEVIA DE PARAGUAY S.R.L. 1989. Promoción, cultivo Industrial y Comercialización de la Stevia rebaudiana Bert. Asunción Paraguay, pp. 1-11.
- FUJITA, H. 1979. Utilización Of. Stevia Japanese Journal og Tropical Agricultura Tokio, Japón. pp.15.
- FUNDACION BOLIVIA EXPORTA, 1992. Manual para la productor de la hoja de estevia, Bolivia.
- GTZ; Secretaria de Agricultura y ganadería 2000. Produccion de Abonos Orgánicos.
- GUERRERO, B. J. 1993. Abonos Orgánicos. Tecnología para el manejo.
- GUTIERREZ, M.A. 2005. Efecto de las características agronómicas y el secado en el contenido de esteviosido de la estevia (*Stevia rebaudiana Bert.*) en la provincia Caranavi. Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andres. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia.
- INGA STEVIA INDUSTRIAL. S.A. 1987. Características químicas del esteviosido y su uso. Folleto Informativo No. 7, 1ra. Impresión. Maringa, Brasil.
- JACOB, A. Y VON UEXKULL H. 1973, Nutrición y abono de los cultivos tropicales y Subtropicales. 4ta, Ed. Euroamericana.
- JOHNSON, R. 1990, Conferencia teléfono facsímil (404) 7192134 Tucsun, Arizona.
- JORDAN, M. 1984. El Ka'a-He'e, Stevia rebaudiana Bert. Análisis Bibliográfica y Anotaciones Hortícola. pp 71.
- LIMA FILHO, F.; MALAVOLTA, E.; DE SENA, J.A. CARNEIRO, J.P. 2005. Absorción y acumulación de nutrientes en la estevia (*Stevia rebaudiana, Bert.*) Bertoni.

Centro de la energía nuclear para la agricultura/ASP, C.P. Fundación Universidad Estatal de Maringa.

LOPEZ, L. D. y PEÑA, L.G. 2004. Plan estratégico para la creación de una empresa dedicada a la producción y comercialización de la estevia. Trabajo de Grado. Facultad de Ingeniería. Colombia.

MIRA, et al, 1997. Muestreo. Ed. Americana, Buenos Aires, Argentina.

MOLINAS, S. 1989. Producción, Cultivo, Industrialización de la Stevia rebaudiana, Bert. Asunción Paraguay.

MONTENEGRO H. 2011. La stevia como alternativa de crecimiento. Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés. Carrera de Economía. La Paz, Bolivia.

MOSETTG, E.etal.1963. J. Am. Chem. Soc85. 2305 ((Jacexfr) kumny Pleurotus coju (Fr)).

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTORA Y LA ALIMENTACION (FAO). 1986. Guía de fertilización y Nutrición Vegetal. Boletín, Roma, Italia.

PAJA, G. 2000. Niveles de fertilización orgánica en el cultivo de estevia en la localidad de San Buenaventura. Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia.

PERRIN, R. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; CIMMYT. PROGRAMA DE ECONOMIA. México. pp. 30.

- PINAYA, A. 1996. Densidades de siembra en el cultivo de estevia en la localidad de Palos Blancos. Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia.
- PINEDA, J. A. (2003), Manual de lombricultura, Experiencias de Campo IHCAFE, Centro experimental CIC-JAP.
- QUISBERTH, C. 2004, Abonos orgánicos líquidos en el crecimiento de las plántulas de café en la provincia Caranavi. Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia.
- RESTREPO, R. J. 2001. Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares, preparados, biofertilizantes y biofermentados basados en estiércol. Ed. Rev. San José, Costa Rica IICA (Instituto interamericano de cooperación para la agricultura).
- RODRIGUEZ, F. 1989, Fertilizantes y nutrición vegetal, DC AGT Editor, S.A., México D.F.
- SAKAGUCHI, M. 1982. As pesquisas japonesas con Stevia Rebaudiana Bert. Bertoi eo Esteviosideo ciencia y cultura No. 34.
- Sistema Boliviano de Tecnología Agropecuaria. SIBTA: Ministerio de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural, Vice ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección General de Desarrollo Tecnológico. La Paz, Bolivia, abril 1999. Pg 20.
- SOEJARTO, D. 1983. Ethno botanical notes on stevia Botanical Mussachusetts, Harvard University, vol. 29 No 1.
- STEEL, R. Y TORRE, J. 1996. Bioestadística principios y procedimientos. impreso en Mexico.

SUMITA, T. 1997. Posibilidades de desarrollo Agroindustrial de la Stevia rebaudiana Bertoni, IICA, Bolivia.

UEAFIT, 2004. Inteligencia de mercados internacionales para el cultivo de la stevia (*Stevia rebaudiana, Bert.*). Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia.

VALLEJOS, 2008. Efecto de distintas dosis de abono orgánico líquido en el comportamiento agronómico de la estevia (*Stevia rebaudiana, Bert.*) en la región de Taipiplaya. Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia.

ZUBIATE, F. Manual del cultivo de estevia (Yerba Dulce) 2007. Consultado 20 octubre 2012. Disponible en <http://www.engormix.com/sarticlesview.asp!arte=1337>.

ANEXOS

ANEXO 1. REGISTRO DE LAS CONDICIONES CLIMATICAS DE LA ZONA DE BOLINDA

MESES	TEMPERATURA MEDIA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)		PRECIPITACION MENSUAL (mm)	
	NORMAL	2011-2012	NORMAL	2011-2012	NORMAL	2011-2012
OCTUBRE	22,75	23,40	64,60	70,00	75,70	85,00
NOVIEMBRE	22,50	23,00	62,80	70,00	85,60	100,00
DICIEMBRE	21,07	22,00	66,80	71,58	120,00	150,00
ENERO	19,34	20,22	79,90	80,00	180,90	250,23
FEBRERO	18,00	18,24	85,50	82,40	230,00	245,22
MARZO	20,23	20,50	53,30	80,00	210,00	230,00
ABRIL	18,23	18,30	83,32	80,77	160,00	200,90
MAYO	18,17	18,40	84,00	78,66	162,00	200,00
JUNIO	18,56	17,50	72,70	70,00	120,00	150,60
JULIO	19,90	17,20	66,00	65,34	85,00	80,00
AGOSTO	20,67	19,80	69,56	70,50	60,60	59,00
SEPTIEMBRE	21,78	22,00	72,70	75,00	85,50	80,00
SUMA	241,20	240,56	861,18	894,25	1575,30	1830,95
PROMEDIO	20,1	20,05	71,77	74,52	131,28	152,58

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 2. REGISTRO DE LAS CONDICIONES CLIMATICAS DE LA ZONA DE TUCUPI

MESES	TEMPERATURA MEDIA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)		PRECIPITACION MENSUAL	
	NORMAL	2011-2012	NORMAL	2011-2012	NORMAL	2011-2012
OCTUBRE	31,30	27,00	80,00	85,00	95,50	89,00
NOVIEMBRE	30,60	27,00	78,00	80,00	120,00	117,00
DICIEMBRE	31,40	27,00	80,00	85,00	150,00	210,00
ENERO	28,80	27,00	81,70	85,00	180,00	177,40
FEBRERO	26,30	26,50	82,60	80,00	190,70	218,00
MARZO	26,50	25,00	80,00	82,00	194,80	320,00
ABRIL	25,80	25,60	79,00	84,00	180,00	250,00
MAYO	24,00	22,00	80,00	79,00	150,00	180,00
JUNIO	25,60	20,50	79,80	75,00	120,00	100,00
JULIO	23,60	22,50	80,70	72,00	130,70	120,00
AGOSTO	26,70	24,00	80,60	80,00	112,70	125,00
SEPTIEMBRE	28,50	25,50	79,80	80,00	115,50	110,00
SUMA	329,10	299,60	962,20	967,00	1739,90	2016,40
PROMEDIO	27,43	24,97	80,18	80,58	144,99	168,03

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 3. FOTOPERIODO DE LAS LOCALIDADES DE BOLINDA Y TUCUPI

MESES	FOTOPERIODO (HRAS/LUZ)	
	TUCUPI	BOLINDA
JULIO	11,3	11,0
AGOSTO	11,8	11,6
SEPTIEMBRE	12,4	12,3
OCTUBRE	13,0	12,8
NOVIEMBRE	13,8	13,6
DICIEMBRE	13,7	13,5
ENERO	13,5	13,1
FEBRERO	12,6	12,7
MARZO	12,2	12,2
ABRIL	11,8	11,6
MAYO	11,3	11,3
JUNIO	10,8	10,8
SUMATORIA	148,1	146,5
PROMEDIO	12,34	12,21

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 4. REGISTRO DE DATOS DE EVALUACION DEL PROMEDIO DE LAS VARIABLES AGRONOMICAS DE CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE STEVIA DE LAS DOS ZONAS DE ESTUDIO BOLINDA Y TUCUPI

LOCALIDADES	LOCALIDAD	BLOQUE	TRATAMIENTO	ALTURA PLANTA (cm)	NUMERO TALLOS POR PLANTA	NUMERO HOJAS POR PLANTA	PESO PLANTA FRESCO (gr)	PESO PLANTA SECO (gr)	PESO HOJA SECA POR PLANTA (gr)	AREA FOLIAR POR PLANTA (cm2)	CONCENTRACION STEVIOSIDO (%)
BOLINDA	1	1	1	28,6	22	208	37,8	8,9	5,4	2429,0	11,95
	1	1	2	32,2	22	177	86,9	20,1	11,2	2220,2	11,69
	1	1	3	37,2	21	280	36,9	9,2	5,6	3201,2	11,04
	1	1	4	45,6	28	286	67,5	15,9	9,3	3078,8	13,60
	1	2	1	29,6	18	202	34,5	8,1	5,1	2361,3	11,96
	1	2	2	30,6	24	220	86,9	20,1	11,2	2495,6	11,66
	1	2	3	32,6	25	285	37,0	9,2	5,7	3251,5	10,36
	1	2	4	38,6	33	320	74,6	17,4	10,9	3440,0	13,59
	1	3	1	28,2	18	123	33,4	7,9	5,1	1432,7	11,95
	1	3	2	37,6	29	374	53,5	12,3	6,4	4238,7	11,65
	1	3	3	36,6	37	445	68,2	17,0	11,0	5078,1	10,70
	1	3	4	37,4	22	275	47,0	11,0	7,0	2958,4	13,59
	1	4	1	29,8	18	211	31,8	7,5	5,1	2464,0	11,80
	1	4	2	49,6	28	338	36,9	8,5	5,6	3832,9	11,82
1	4	3	34,8	34	238	48,2	12,1	7,1	2712,6	10,70	
1	4	4	37,4	23	295	51,3	12,0	7,5	3173,4	13,20	
TUCUPI	2	1	1	26,8	23	177	50,9	6,0	4,0	1455,7	10,00
	2	1	2	29,0	17	172	58,2	6,8	4,8	1522,9	9,23
	2	1	3	33,0	37	306	101,4	11,9	7,0	2116,5	11,45
	2	1	4	37,6	38	329	147,5	17,3	10,4	3089,0	12,28
	2	2	1	31,0	19	141	56,7	6,7	3,9	1162,5	10,00
	2	2	2	26,8	24	242	82,3	9,7	6,5	2137,7	9,23
	2	2	3	28,6	28	262	88,9	10,4	6,3	1812,2	11,43
	2	2	4	29,6	40	294	50,9	6,0	3,9	2758,7	12,28
	2	3	1	26,4	17	147	47,4	5,7	3,9	1211,9	10,01
	2	3	2	28,4	23	198	52,7	6,2	4,0	1752,5	9,22
	2	3	3	33,2	52	370	79,4	9,3	6,0	2556,4	11,44
	2	3	4	37,4	44	360	91,0	10,7	6,9	3374,2	12,30
	2	4	1	28,0	15	144	52,6	6,2	4,2	1885,6	10,01
	2	4	2	23,0	17	148	77,3	9,1	6,0	1310,9	9,22
2	4	3	36,4	37	310	136,5	16,0	10,1	2141,4	11,43	
2	4	4	35,2	37	288	110,1	12,9	7,9	2702,4	12,30	

Localidades: Bolinda (1) Tucupi (2)

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 5. ANALISIS FISICO Y QUIMICO DE SUELOS DE BOLINDA Y TUCUPI



ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS

INTEREZADO: ALFREDO CALUSAYA M.

Nº SOLICITUD: 83/2011

PROCEDENCIA: DEPARTAMENTO DE LA PAZ, PROVINCIA CARANAVI Y PALOS BLANCOS

FECHA DE RECEPCION :20 de agosto 2011

LUGAR: BOLINDA Y TUCUPI

FDECHA DE ENTREGA: 4 de septiembre 2011

CODIGO	Arena %	Arcilla %	Limo %	CLASE TEXTURA	GRAVA %	CARBONATOS LIBRES	pH en agua 1:5	pH en KHELN 1:5	CE mS/cm 1:5	CATIONES DE CAMBIO (MEQ/100 GR. SUELO)						SAT. BAS. %	M. O. %	N TOTAL %	P asim. ppm.	
										Al+H	Ca	Mg	Na	K	TBI					CIC
M. Suelo BOLINDA	35	38	27	FY			3,91	3,60	0,19	2,07	3,64	1,42	0,07	0,65	5,79	7,86	73,70	8,03	0,37	18,70
M. Suelo TUCUPI	40	34	26	FA			6,50	6,34	0,29	0,03	1,16	1,50	0,02	0,46	2,22	6,15	24,26	4,20	0,33	6,70

OBSERVACIONES:

- Cationes de cambio extraidos con acetato de amonio 1N
- ** Fosforo asimilable (P Asimil) analizado por el metodo de Bray Kurtz
- C.E. Conductividad electrica en miliSiemens por centimetro
- C.I.C. Capacidad de intercambio Cationico
- T.B.I. Total de Bases de Intercambio
- M.O. Materia Organica

CARBONATOS LIBRES

	F:	Y	Arcilloso	FA	Franco Arenoso	YL	Arcilloso Limoso
A Ausente	L:	YA	Arcilloso Arenoso	AF	Areno Franco	FYL	Franco Arcilloso Limoso
P Presente	A:	FYA	Franco Arcilloso Arenoso	FY	Franco Arcilloso	FL	Franco Limoso
PP Presente en gran cantidad							




 RESPONSABLE DE LABORATORIO
 JORGE CHUNGARA

ANEXO 6. ANALISIS QUIMICO DEL ABONO ORGANICO.

Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Ciencias Puras y Naturales
Instituto de Ecología
Laboratorio de Calidad Ambiental



Informe de Ensayo: MO 18/13

Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYO DE ABONO ORGANICO MO 18/13

Cliente: PARTICULAR
Solicitante: Sr. Alfredo Callizaya Mamani
Dirección del cliente: Av. Buenos Aires N° 1831
Procedencia de la muestra: Tucapi
Provincia: Nor Yungas
Departamento: La Paz
Alto Beni
Punto de muestreo: Sr. Alfredo Callizaya Mamani
Responsable del muestreo: Sr. Alfredo Callizaya Mamani
Fecha de muestreo: 17 de junio de 2013
Hora de muestreo: 10:50
Fecha de recepción de la muestra: 24 de junio de 2013
Fecha de ejecución del ensayo: Del 24 de junio al 12 de julio de 2013
Caracterización de la muestra: Abono organico
Tipo de muestra: Compuesta
Envase: Bolsa de plástica
Código original: MOT/13
Código LCA: 18 - 1

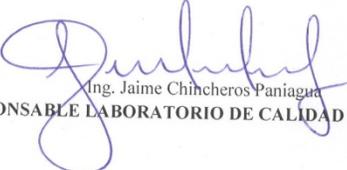
Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	MOT/13 18 - 1
Materia Organica	Calcincion	%	5,0	66
Nitrógeno total	ASPT-88	%	0,0030	2,9
Fósforo total	Metodo calcinación/ASPT 91	mg/kg	0,40	2557
Potasio total	Microwave Reaction System/EPA 258.1	mg/kg	8,0	15420
Calcio total	Microwave Reaction System/EPA 215.1	mg/kg	8,0	18660
Magnesio total	Microwave Reaction System/EPA 243.1	mg/kg	8,0	5399

Los resultados se refieren solamente a los objetos ensayados

El informe no debe reproducirse, sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su integridad.

La Paz, julio 22 de 2013


Ing. Jaime Chincheros Paniagua
RESPONSABLE LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL



cc. Archivo
KCP/gobi

Campus Universitario: Calle 27 de Cota Cota, La Paz, Fax: 2772522
Casilla Correo Central 10077, La Paz - Bolivia

ANEXO 7. RENDIMIENTO PROMEDIO ANUAL DE STEVIA CON APLICACIÓN DE ABONO ORGANICO DE LAS LOCALIDADES DE BOLINDA Y TUCUPI

Tratamientos	Rendimiento gr/pl	Densidad (pl/ha)	Rendimiento (gr/ha)	Rendimiento por un ciclo de produccion (kg/ciclo)	Costos Materia Seca (Bs/kg)	Rendimiento (Bs/ciclo)	Rendimiento Produccion Anual (Bs/ha/año)	Rendimiento Produccion Anual (kg/ha/año)
T1	4,6	100.000,0	458.750,00	458,75	30	13.762,50	68.812,50	2.293,8
T2	7,0	100.000,0	696.250,00	696,25	30	20.887,50	104.437,50	3.481,3
T3	7,4	100.000,0	735.000,00	735	30	22.050,00	110.250,00	3.675,0
T4	8,0	100.000,0	797.500,00	797,5	30	23.925,00	119.625,00	3.987,5

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 8. COSTOS QUE VARIAN CON ABONO ORGANICO EN CULTIVO DE STEVIA.

DETALLE	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
Traslado de materiales e insumo	0,00	500,00	500,00	500,00
Precio de abono de pulpa de café descompuesto (Bs/ha)	0,00	3.478,26	6.956,52	10.434,78
Abono de gallinaza descompuesto (Bs/ha)	0,00	869,57	1.739,13	2.608,70
Muestreo de suelos	0,00	200,00	200,00	200,00
Analisis fisico y quimico de suelo	0,00	400,00	400,00	400,00
Analisis quimico de abono organico	0,00	400,00	400,00	400,00
Mano de obra en la aplicación de materia organica (Bs/ha)	0,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
Imprevistos 5 % de Costos Totales Produccion (Bs/ha)	2.813,25	2.813,25	2.813,25	2.813,25
TOTAL DE COSTOS VARIABLES CqV (Bs/ha)	2.813,25	10.161,08	14.508,90	18.856,73

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 9. COSTOS FIJOS PARA ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO DE STEVIA.

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO/UNITARIO (Bs)	TOTAL COSTO (Bs)
Herramientas y Materiales				
Picota	pieza	5	30,00	150,00
Azadon	pieza	5	20,00	100,00
Rastrillo	pieza	5	10,00	50,00
Chontilla	pieza	5	15,00	75,00
Machete	pieza	5	32,00	160,00
Tijera de podar	pieza	10	35,00	350,00
Romanilla de 50 kg.	pieza	1	50,00	50,00
Asperzor	pieza	8	35,00	280,00
Carpa para secar	unidad	4	250,00	1.000,00
SUB TOTAL				2.215,00
Insumo				
Matas (raiz cortado el tallo)	unidad	100.000,00	0,2	20.000,00
Fungicida organico	lt.	20,00	10	200,00
SUB TOTAL				20.200,00
Manejo tecnico (habilitacion del cultivo)				
Preparado y limpieza del terreno	jornal	30	50,00	1.500,00
Hoyado (curva nivel)	jornal	50	80,00	4.000,00
Transplante	jornal	32	50,00	1.600,00
Reposicion (replado)	jornal	10	50,00	500,00
SUB TOTAL				7.600,00
Labores culturales				
Riego	jornal	50	50,00	2.500,00
Aporque y deshierbe	jornal	150	50,00	7.500,00
Control de plagas y enfermedades	jornal	25	50,00	1.250,00
SUB TOTAL				11.250,00
Cosecha y post cosecha				
Cosecha (corte)	jornal	200	50,00	10.000,00
Secado	jornal	50	50,00	2.500,00
Limpieza	jornal	25	50,00	1.250,00
Almacenado	jornal	10	50,00	500,00
Comercializacion	jornal	15	50,00	750,00
SUB TOTAL				15.000,00
TOTAL				56.265,00

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 10. COSTOS TOTALES DE PRODUCCION (Bs/ha/año) EN CULTIVO DE STEVIA

ITEM	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
Herramientas y materiales	2.215,00	2.215,00	2.215,00	2.215,00
CICLO I				
Insumos	20.200,00	20.200,00	20.200,00	20.200,00
Manejo Tecnico (habilitacion del cultivo)	7.600,00	7.600,00	7.600,00	7.600,00
Labores culturales	2.250,00	2.250,00	2.250,00	2.250,00
Cosecha y post cosecha	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00
SUB TOTAL	33.050,00	33.050,00	33.050,00	33.050,00
CICLO II				
Labores culturales	2.250,00	2.250,00	2.250,00	2.250,00
Cosecha y post cosecha	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00
SUB TOTAL	5.250,00	5.250,00	5.250,00	5.250,00
CICLO III				
Labores culturales	2.250,00	2.250,00	2.250,00	2.250,00
Cosecha y post cosecha	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00
SUB TOTAL	5.250,00	5.250,00	5.250,00	5.250,00
CICLO IV				
Labores culturales	2.250,00	2.250,00	2.250,00	2.250,00
Cosecha y post cosecha	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00
SUB TOTAL	5.250,00	5.250,00	5.250,00	5.250,00
CICLO V				
Labores culturales	2.250,00	2.250,00	2.250,00	2.250,00
Cosecha y post cosecha	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00
SUB TOTAL	5.250,00	5.250,00	5.250,00	5.250,00
SUB TOTAL (I,II,III y IV)	56.265,00	56.265,00	56.265,00	56.265,00
IMPREVISTOS 5 %	2.813,25	2.813,25	2.813,25	2.813,25
COSTOS TOTALES (Bs.)	59.078,25	59.078,25	59.078,25	59.078,25

Fuente: Elaboración Propia

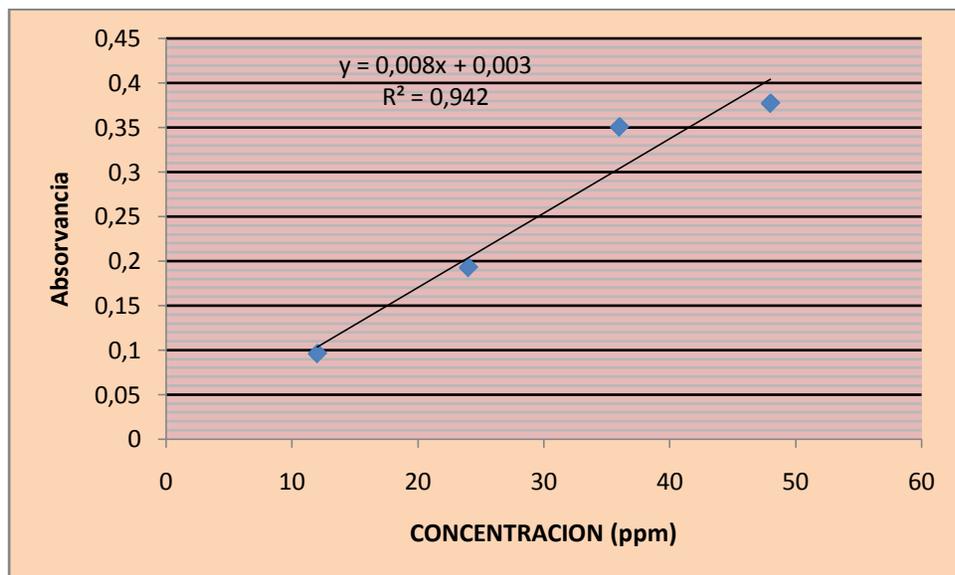
ANEXO 11. PROYECCION DEL PROYECTO DE PRODUCCION DE CULTIVO DE STEVIA

AÑOS	GASTOS DE CAPITAL DE INVERSION (2) (CF)	COSTOS DE OPERACIÓN (CqV) (3)	COSTOS BRUTOS (2)+(3)=(4)	BENEFICIOS BRUTOS (5)	BENEFICIOS NETOS (5)-(4)=(6)	FACTOR DE ACTUALIZACION AL 12 %	VALOR PRESENTE (VAN) (6)*(7)=(8)	VALOR PRESENTE DE LOS COSTOS AL 12 % (4)*(7)=(9)	VALOR PRESENTE DE BENEFICIOS AL 12 % (5)*(7)=(10)	BENEFICIO COSTO (B/C)
1	56.265,00	2.813,25	59.078,25	61.931,30	2.853,05	0,89	2.547,77	52.756,88	55.304,65	
2	0,00	2.813,25	2.813,25	61.931,30	59.118,05	0,80	47.117,09	2.242,16	49.359,25	
3	0,00	2.813,25	2.813,25	61.931,30	59.118,05	0,71	42.092,05	2.003,03	44.095,09	
4	0,00	2.813,25	2.813,25	61.931,30	59.118,05	0,66	38.781,44	1.845,49	40.626,93	
5	0,00	2.813,25	2.813,25	61.931,30	59.118,05	0,62	36.712,31	1.747,03	38.459,34	
TOTAL			70.331,25		239.325,25		167.250,66	60.594,59	227.845,25	3,8
1	56.265,00	10.161,10	66.426,10	93.993,80	27.567,70	0,89	24.617,96	59.318,51	83.936,46	
2	0,00	10.161,10	10.161,10	93.993,80	83.832,70	0,80	66.814,66	8.098,40	74.913,06	
3	0,00	10.161,10	10.161,10	93.993,80	83.832,70	0,71	59.688,88	7.234,70	66.923,59	
4	0,00	10.161,10	10.161,10	93.993,80	83.832,70	0,66	54.994,25	6.665,68	61.659,93	
5	0,00	10.161,10	10.161,10	93.993,80	83.832,70	0,62	52.060,11	6.310,04	58.370,15	
TOTAL			107.070,50		362.898,50		258.175,86	87.627,33	345.803,19	3,9
1	56.265,00	14.508,90	70.773,90	99.225,00	28.451,10	0,89	25.406,83	63.201,09	88.607,93	
2	0,00	14.508,90	14.508,90	99.225,00	84.716,10	0,80	67.518,73	11.563,59	79.082,33	
3	0,00	14.508,90	14.508,90	99.225,00	84.716,10	0,71	60.317,86	10.330,34	70.648,20	
4	0,00	14.508,90	14.508,90	99.225,00	84.716,10	0,66	55.573,76	9.517,84	65.091,60	
5	0,00	14.508,90	14.508,90	99.225,00	84.716,10	0,62	52.608,70	9.010,03	61.618,73	
TOTAL			128.809,50		367.315,50		261.425,89	103.622,89	365.048,78	3,5
1	56.265,00	18.856,70	75.121,70	107.662,50	32.540,80	0,89	29.058,93	67.083,68	96.142,61	
2	0,00	18.856,70	18.856,70	107.662,50	88.805,80	0,80	70.778,22	15.028,79	85.807,01	
3	0,00	18.856,70	18.856,70	107.662,50	88.805,80	0,71	63.229,73	13.425,97	76.655,70	
4	0,00	18.856,70	18.856,70	107.662,50	88.805,80	0,66	58.256,60	12.370,00	70.626,60	
5	0,00	18.856,70	18.856,70	107.662,50	88.805,80	0,62	55.148,40	11.710,01	66.858,41	
TOTAL			150.548,50		387.764,00		276.471,89	119.618,44	396.090,34	3,3

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 12. CURVA DE CALIBRACION

Concentración (ppm)	Absorvancia
12	0,0959
24	0,1926
36	0,3505
48	0,3771



ANEXO 13. RESULTADOS ANALISIS DE SUELO, ABONO ORGANICO Y CANTIDADES NUTRIENTES DISPONIBLES

REQUERIMIENTO TOTALES DEL CULTIVO DE STEVIA

REQUERIMIENTO	N	P	K
ANUAL DEL CULTIVO	130	24	140
POR CICLO DE CULTIVO	32,5	6	35

NUTRIENTES PRESENTES EN EL ANALISIS DE SUELOS

MACRO NUTRIENTES	UNIDADES	BOLINDA		TUCUPI	
		CANTIDADES	CLASE	CANTIDADES	CLASE
NITROGENO (N)	%	0,37	alta	0,33	alta
FOSFORO (P)	ppm	18,70	alta	6,70	baja
POTASIO (K)	ppm	127,00	baja	89,70	baja

MACRO NUTRIENTES	NUTRIENTES DISPONIBLES EN EL SUELO						MATERIA ORGANICA			
	BOLINDA			TUCUPI			T 1	T 2	T 3	T 4
	Cantidad total	Cantidad disponible (kg/Ha/año)	Cantidad disponible (kg/Ha/ciclo vegetativo)	Cantidad total	Cantidad disponible (Kg/Ha/año)	Cantidad disponible (kg/Ha/ciclo vegetativo)	ABONO ORGANICO (Kg/Ha)	ABONO ORGANICO (20.000 Kg/Ha)	ABONO ORGANICO (40.000 Kg/Ha)	ABONO ORGANICO (60.000 Kg/Ha)
NITROGENO(N)	9250 Kg/Ha.	601,25	250,52	8250 Kg/Ha.	536,25	107,25	0,00	51,14	102,28	153,42
FOSFORO (P)	10,70 ppm.	46,75	9,35	6,70 ppm.	16,75	3,35	0,00	308,40	616,80	925,20
POTASIO (K)	127 ppm.	317,5	63,5	89,70 ppm.	224,23	44,85	0,00	580,00	1160,00	1740,00