



1859

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
FACULTAD AGROPECUARIA Y DE
RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

“RESPUESTA DEL CULTIVO DE STEVIA (*Stevia rebaudiana Bertoni*) A LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA BAJO INVERNADERO, EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL LA ARGELIA”

Tesis de Grado previa a la obtención del
Título de Ingeniero Agrónomo

AUTORA:

CLAUDIA TATIANA MERINO HIDALGO

DIRECTOR:

ING. KLEVER CHAMBA CAILLAGUA

Loja – Ecuador

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

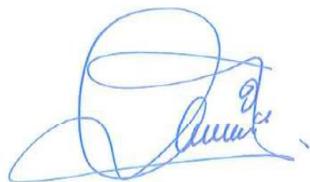
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Ing. Klever Chamba Caillagua

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICO:

Que la Srta. **Claudia Tatiana Merino Hidalgo**, Egresada de la Carrera de Ingeniería Agronómica, de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, realizó bajo mi dirección el trabajo investigativo titulado **“RESPUESTA DEL CULTIVO DE STEVIA (*Stevia rebaudiana Bertoni*) A LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA BAJO INVERNADERO, EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL LA ARGELIA”** ; actividad que realizó de acuerdo a los objetivos y metodología propuesta en el cronograma establecido, habiendo cumplido con las normas institucionales exigida para el efecto, por lo que autorizo su publicación y presentación a las instancias correspondientes.



Ing. Klever Chamba Caillagua
DIRECTOR DE TESIS

Loja, mayo 12 del 2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del tribunal de tesis, luego de proceder a realizar y verificar las observaciones realizadas en el trabajo de investigación: **“RESPUESTA DEL CULTIVO DE STEVIA (*Stevia rebaudiana Bertoni*) A LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA BAJO INVERNADERO, EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL LA ARGELIA”**, de la egresada de la Carrera de Ingeniería Agronómica: **Claudia Tatiana Merino Hidalgo**, ha sido revisada y en la misma se ha incorporado todas las sugerencias por lo que aprobamos su impresión y publicación

Loja 07 julio del 2017



.....

Ing. Bolívar Efrén Cueva Cueva Mg. Sc.

Presidente



.....

Ing. Félix Augusto Hernández Cueva

VOCAL



.....

Ing. Javier Guayllas Guayllas Mg. Sc.

VOCAL

AUTORÍA

Yo, CLAUDIA TATIANA MERINO HIDALGO declaro ser autora del presente trabajo de Tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi tesis en el Repertorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Autora: Claudia Tatiana Merino Hidalgo

Firma:



Cédula:

1104789605

Fecha:

Mayo 08 de 2018

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, Claudia Tatiana Merino Hidalgo declaro ser autora de la tesis “**RESPUESTA DEL CULTIVO DE STEVIA (*Stevia rebaudiana Bertoni*) A LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA BAJO INVERNADERO, EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL LA ARGELIA**”, como requisito para optar al grado de: Ingeniero Agrónomo, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo de la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja a los 08 días del mes de mayo de 2018

Firma:

Autora:

.....
Claudia Tatiana Merino Hidalgo

Número de Cédula:

1104789605

Dirección:

Barrio Cuarto Centenario

Correo electrónico

merino_taty@hotmail.com

Teléfono:

2695-917

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director de tesis:

Ing. Klever Chamba Caillagua.

Director

Tribunal de grado:

Ing. Bolívar Efrén Cueva Cueva Mg. Sc.

Presidente

Ing. Félix Augusto Hernández Cueva

Vocal

Ing. Javier Guayllas Guayllas Mg. Sc.

Vocal

AGRADECIMIENTO

A la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja que me brindó la posibilidad de formarme profesionalmente durante los años de estudio y en especial un sincero agradecimiento a sus catedráticos y servidores, quienes con sus sabias enseñanzas supieron impartir sus conocimientos, contribuyendo de manera desinteresada a mi formación profesional.

De manera especial al Ing. Kléver Chamba Director de Tesis, quien supo orientar y brindarme la asesoría necesaria para lograr la culminación de la misma.

Mis sinceros agradecimientos a mis padres y hermanos por el apoyo moral y financiero necesario, para concluir con una de las tantas metas propuestas en mi vida.

Finalmente, a mis compañeros de aula quienes compartieron momentos académicos y de recreación, necesarios en la vida estudiantil, gracias por su amistad y cariño profesados.

Claudia Tatiana Merino Hidalgo

DEDICATORIA

La realización de este trabajo lo dedico con cariño y gratitud:

Primeramente, a Dios, por haberme dado el valor, sabiduría y fortaleza suficiente para seguir adelante y cumplir con éxito una meta más en mi vida profesional

A mis padres **Luis Merino** y **Nelly Hidalgo** por ser el pilar fundamental en mi vida y a quienes les dedico este triunfo, por su enorme sacrificio, pues con su impulso y apoyo incondicional supieron formar en Mí valores de responsabilidad y humildad que me incentivaron a seguir adelante y concluir con esta meta propuesta, que se refleja ahora y que espero los llene de orgullo y felicidad.

A mis hermanos y hermanas que con su entusiasmo y cariño me dieron el valor y coraje para caminar siempre adelante.

A mi amado hijo **Andrey Fernando**, por quien cada día tiene sentido mi vida y es mi esperanza, mi alegría; a mis sobrinos, y sobrinas, que con su alegría de niños ayudaron a la culminación de este trabajo.

Claudia Tatiana Merino Hidalgo

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS	ii
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	iii
AUTORÍA	iv
CARTA DE AUTORIZACIÓN	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. GENERALIDADES DE LA PLANTA DE STEVIA	3
2.1.1. Origen y Distribución	3
2.1.2. Descripción Botánica	3
2.1.3. Clasificación taxonómica	4
2.1.4. Composición química	4
2.1.5. Importancia económica	6
2.2. REQUERIMIENTO AGROCLIMÁTICOS	6
2.2.1. Clima	7
2.2.2. Fotoperiodos y tiempo de floración	7
2.2.3. Temperaturas	7
2.3. LABORES CULTURALES	8
2.3.1. Siembra	8
2.3.2. Control de malezas	8
2.3.3. Podas	8
2.3.4. Fertilización	9
2.3.5. Nitrógeno en la producción de stevia	10
2.3.6. Propagación	10
2.3.7. Riego	11
2.3.8. Cosecha	11
2.3.9. Rendimiento - Productividad	12
2.3.10. Plagas	12
2.3.11. Enfermedades	13
2.4. ABONOS ORGÀNICOS	14
2.4.1. Importancia	14
2.5. TIPOS DE ABONOS	15
2.5.1. Humus	15
2.5.2. Bocashi	17
2.5.3. Nutrisano	18
2.6. TRABAJOS RELACIONADOS CON EL TEMA	19
3. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1. LOCALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	21

3.1.1. Ubicación política	21
3.1.2. Ubicación geográfica	21
3.1.3. Ubicación ecológica	22
3.2. MATERIALES	22
3.2.1. Material biológico	22
3.2.2. Materiales de campo.....	22
3.2.3. Materiales de laboratorio.....	22
3.2.4. Materiales oficina	22
3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL	22
3.3.1. Variables a evaluarse	22
3.3.2. Tratamientos	23
3.3.3. Modelo matemático	23
3.3.4. Análisis de varianza (ADEVA).....	23
3.3.5. Hipótesis estadística.....	24
3.3.6. Especificación del ensayo	24
3.4. METODOLOGÍA.....	26
3.4.1. Actividades previas a la siembra	26
3.4.2. Metodología para el primer objetivo	26
3.4.3. Metodología para el segundo objetivo	29
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
4.1. Altura de la planta.....	31
4.3. Rendimiento de biomasa húmeda	32
4.4. Rendimiento de biomasa seca.....	33
4.5. Costos de producción en el cultivo de stevia	34
4.6. Rentabilidad de la producción en el cultivo de stevia	36
5. CONCLUSIONES	38
6. RECOMENDACIONES	39
7. BIBLIOGRAFÍA	40
8. ANEXOS	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la stevia	4
Tabla 2. Composición química de la planta de stevia	5
Tabla 3. Composición química del humus	16
Tabla 4. Composición química del bocashi.....	17
Tabla 5. Composición química del nutrisano	18
Tabla 6. Tratamientos y dosificación a utilizarse en el presente ensayo:.....	23
Tabla 7. Análisis de varianza de diseño bloques al azar	23
Tabla 8. Características de la unidad experimental.....	24
Tabla 9. Cantidad de abono orgánico aplicado en los respectivos tratamientos	27
Tabla 10. Prueba de Tukey a los 30 días	31
Tabla 11. Prueba de Tukey a los 150 días	32
Tabla 12. Prueba de tukey base húmeda	33
Tabla 13. Prueba de tukey base seca	34
Tabla 14. Costos de producción del tratamiento T2 año 1 (bocashi)/Ha	35
Tabla 15. Rentabilidad de la producción de T2 (bocashi).....	36
Tabla 16. Rentabilidad de todos los tratamientos en estudio	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. FÓRMULA DESARROLLADA DEL STEVIÓSIDO.....	5
Figura 2. Mapa topográfico del Área predial de la UNL.	21
Figura 3. Croquis del ensayo experimental “La Argelia” 2016.....	25
Figura 4. Esquema de las unidades experimentales de cada tratamiento.....	25
Figura 5. Altura de la planta de stevia a los 30, 60, 90, 120 y 150 días después de la siembra “La Argelia” 2016	31
Figura 6. Rendimiento de Biomasa – Base Húmeda.....	33
Figura 7. Rendimiento de Biomasa- Base Seca	34
Figura 8. Rentabilidad de los tratamientos en estudio	37

**RESPUESTA DEL CULTIVO DE STEVIA (*Stevia rebaudiana Bertoni*) A LA FERTILIZACIÓN
ORGÁNICA BAJO INVERNADERO, EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL LA ARGELIA**

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objetivo de evaluar la respuesta del cultivo de stevia (*stevia rebaudiana* Bertoni) a la fertilización orgánica bajo invernadero, en la estación experimental La Argelia". Los tratamientos aplicados fueron: Testigo (sin fertilización), 889.0 gramos de nutrisano, 707.3 gramos de Bocashi, 1037.2 gramos de Humus, por unidad experimental en los tratamientos (A la siembra). Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, totalizando 16 unidades experimentales, cada unidad experimental tuvo 28 plantines, sembrados a una densidad de 30cm entre planta y 40 cm entre hilera. La fertilización orgánica con humus, presentó mayor altura de plantas a los 150 días con un valor promedio de 44.85 cm, la cosecha se dio con la presencia de la floración a los 150 días después del trasplante en todos los tratamientos, el mayor rendimiento de biomasa verde se obtuvo con el Bocashi con 2.52 tn/ha, seguido del testigo con 2.45 tn/ha; la misma tendencia se tuvo con el rendimiento en materia seca con valores de 0.887 tn/ha y 0.854 tn/ha para el bocashi y el testigo respectivamente; variable que estadísticamente no presentó diferencias significativas. Lo referente a la rentabilidad, se generó una relación directa con el rendimiento en biomasa, lo que permite llegar a una conclusión relevante, que el cultivo de Stevia es una alternativa de producción tanto con fertilización con Bocashi o sin él, puesto que se logran rentabilidades de 67,98% y 61,1% respectivamente.

Palabras claves: Stevia, abonos orgánicos, rendimiento.

SUMMARY

The present research was carried out with the objective of evaluating the stevia (*stevia rebaudiana* Bertoni) response to organic fertilization under greenhouse conditions at the La Algeria Experimental Station. The applied treatments were: Control (without fertilization), 889.0 grams of nutrisan, 707.3 grams of Bocashi, 1037.2 grams of Humus, per experimental unit in the treatments (A sowing). A random block design with four replicates was used, totaling 16 experimental units, each experimental unit had 28 seedlings, planted at a density of 30cm between plant and 40cm between row. Organic fertilization with humus showed higher plant height at 150 days with an average value of 44.85 cm, the harvest occurred with the presence of flowering at 150 days after transplant in all treatments, the highest yield of biomass Green was obtained with the Bocashi with 2.52 tn / ha, followed by the control with 2.45 tn / ha; The same trend was observed with the dry matter yield with values of 0.887 tn / ha and 0.854 tn / ha for the bocashi and the control respectively; Variable that statistically did not present significant differences. Regarding the profitability, a direct relation with the yield in biomass was generated, which allows to arrive at a relevant conclusion, that the culture of Stevia is an alternative of production with or without fertilization with Bocashi, since yields are obtained Of 67.98% and 61.1%, respectively.

Keywords: Stevia, organic fertilizers, yield.

1. INTRODUCCIÓN

La *Stevia rebaudiana* también llamada hierba dulce o ka'a-He'e, es un arbusto herbáceo de la familia asteraceae que mide entre 30-120 cm de altura, y es originario de los valles de Paraguay (Delgado, 2007), es una planta considerada medicinal que tiene efectos beneficiosos sobre la diabetes tipo II, ya que posee glucósidos con propiedades edulcorantes sin calorías. Su poder de edulcoración es 30 veces mayor que la sacarosa y el extracto alcanza de 200 a 300 veces más (Ramírez, 2005).

La mayor producción de *Stevia* la realiza China, con una superficie cultivada de aproximadamente 20,000 ha, comercializan el 50% de su producción en su mercado interno, 40% lo exporta a Japón y el 10% restante a Corea, Indonesia y Estados Unidos. (Jiménez y Connie, 2015).

En este contexto, la *Stevia (Stevia rebaudiana Bertonii)*, constituye una planta con potencialidades agro productivas que aportarían a la economía de pequeños y medianos agricultores y coadyuva a dinamizar los procesos de desarrollo de los pueblos.

Zubiate (2007), menciona que “la planta de *Stevia* tiene poderes curativos utilizados en tratamientos para personas con diabetes, reducción de la presión arterial, regulación del aparato digestivo en general. También actúa favorablemente en muchas personas con ansiedad, reduce grasas en personas obesas y es diurética”. Estas son algunas de las propiedades medicinales que se puede utilizar como aspectos para la difusión del consumo y aceptación del cultivo en nuestro medio que tiene la cultura de utilizar medicina natural.

En Ecuador la *stevia*, es cultivada en pequeña escala por pocos agricultores, sin embargo se ha establecido que la empresa Agroestevia que pertenece al Ingenio Valdez es el mayor productor a nivel nacional; está ubicada en Cerecita y tiene 17 hectáreas de *Stevia*, aunque se encuentra ampliando su cultivo. En la provincia de Loja en especial en la zona de Quinara la producción de *stevia* es menor a una hectárea. (Tigrero y Landázuri, 2009).

El uso inadecuado de los agroquímicos (fertilizantes, insecticidas y fungicidas), utilizados en la producción de *stevia* es capaz de producir una serie de alteraciones en el ambiente y en la salud de los agricultores, sus familias los consumidores finales entre otros. También disminuye la fertilidad del suelo, y la fauna microbiana del suelo y del entorno. “La utilización de fertilizantes químicos, tiene la desventaja de ser residual y provoca toxicidad y

destrucción de la fauna microbiana, conllevando progresivamente a la infertilidad de los suelos agrícolas (Atiz y Alexander, 2015). Los abonos orgánicos como alternativa ecológica podrían potenciar una alternativa sustentable de producción y productividad sana y con rentabilidad competitiva.

Con estas consideraciones, el presente trabajo de investigación se realizó con el propósito de dar alternativa para la producción orgánica del cultivo de Stevia en el cantón Loja. La hipótesis que orienta este trabajo plantea que los abonos orgánicos de bocashi, humus y nutrisano, mejoran la productividad del cultivo de stevia. Para cumplir con este trabajo de investigación se plantearon los siguientes objetivos.

- Establecer el mejor abono orgánico en la producción de stevia (*Stevia rebaudiana Bertonii*).
- Determinar la rentabilidad económica de la mejor alternativa de producción orgánica.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. GENERALIDADES DE LA PLANTA DE STEVIA

2.1.1. Origen y Distribución

Funcfos (1994), afirma que la planta es oriunda de la selva tropical del Paraguay, también es naturalizada en otros países como lo es Brasil y Argentina; el clima donde se desarrolla es de características cálido, húmedo, y soleado; sin embargo, la Stevia se adapta a una gran variedad de climas ya que es producida en países que poseen zonas climáticas diversas, su distribución es a nivel de todo el mundo pero los países que sobresalen en este cultivo son: Japón, Colombia, China, Corea, Taiwán, Indonesia y Filipinas entre los principales. En Sudamérica lo producen Paraguay, Brasil, Argentina. La industrialización y el consumo es liderado por Japón, de la misma manera la industrializan Corea del Sur, Brasil, China”.

Según Tigrero y Landázuri (2009), en el Ecuador se encuentra distribuida en las provincias de Santo Domingo de los Tsachilas, Pichincha, Manabí, Zamora Chinchipe, Francisco de Orellana, Loja, Sucumbíos, Carchi, Guayas, Chimborazo, Tungurahua, Santa Elena.

2.1.2. Descripción Botánica

Pérez (2008), describe a este vegetal de la siguiente forma: “tiene su raíz fibrosa, filiforme y perenne, las que forman un manto abundante ramificado no es profunda pero se distribuye cerca de la superficie del suelo, siendo las raíces finas quienes quedan en la capa superior mientras que las gruesas van a las zonas más profundas.

Su tallo es de característica subleñoso con pequeñas pubescencias en la etapa inicial de su ciclo de vida, durante su desarrollo inicial no tiene ramificaciones lo cual hace que se torne multicaule después de su primera cosecha llegando a engendrar en los primeros 3 y 4 años hasta un promedio de 20 tallos. Su altura varía entre los 0.8 y 1.5 metros dependiendo de las condiciones del medio en que se desarrolla.

Las hojas son de forma elíptica, oval o lanceoladas; son pequeñas y simples dentadas provistas de pubescencias, se presentan en estado opuestas cuando son juveniles y alternas cuando llegan a su madurez fisiológica, previa a la floración. Siendo este órgano de la planta el que más cantidad de edulcorante posee.

Gatica (2009), describe las características de la flor, el mismo que la describe así: “pequeña, hermafrodita de color blanquecina, de corola tubular pentalobulada en capítulos cortos terminales o axilares asociadas en panícula corimbosas. La planta es auto incompatible (protandria), su polinización es entomofílica.

Monteiro (1982), El fruto es un aquenio en presentación de color claro con la característica de ser estéril mientras que si su color es oscuro es fértil y es fácilmente diseminado por el viento en el campo.

2.1.3. Clasificación taxonómica

Daciw (2005), enuncia en su informe la siguiente taxonomía:

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la stevia

Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
División:	Magnoliopyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Asterales
Familia:	Asteraceae
Género:	Stevia
Especie:	<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni
Nombres comunes:	Stevia, hierba dulce

2.1.4. Composición química

La designación del steviósido, como principio edulcorante de la especie, se debe a los investigadores franceses Bridel y Lavielle que en 1931 cristalizaron el principio edulcorante y determinaron que es 300 veces más dulce que el azúcar y que no posee efectos tóxicos al realizar pruebas de laboratorio con animales (Bridel y Lavielle, 1931).

Asimismo, se demostró que el steviósido es el edulcorante natural no nitrogenado más dulce que se encuentra en la naturaleza y que está compuesto solamente de carbono, hidrógeno y oxígeno, su fórmula $C_{38}H_{60}O_{18}$ (Soto y Del Val, 2002), y su estructura química como se lo puede observar en la figura 1.

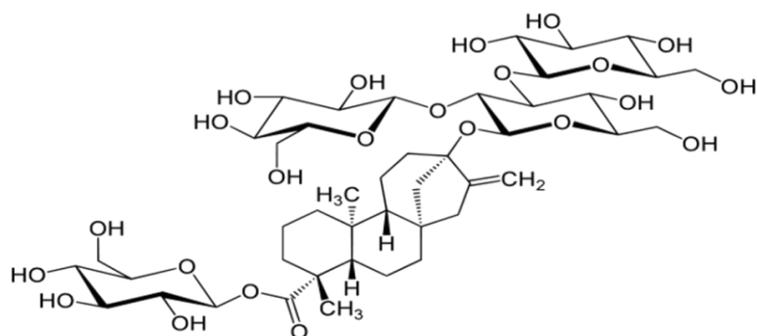


Figura 1. FÓRMULA DESARROLLADA DEL STEVIÓSIDO.

Fuente: Soto y Del Val, 2002

En 1982, Tanaka aisló tres glicósidos dulces adicionales, a los cuales denominó rebaudiósidos A, C, y dulcósido pero también comprobó la existencia de dos glicósidos que se encuentran a nivel de trazas y estos son rebaudiósidos D y E.

El contenido y la proporción de estos componentes activos en la stevia varían según la fase de desarrollo, variedad, estado de crecimiento, fotoperiodo y otros (Romo, 2006).

Estudios complementarios determinaron que el rebaudiósido A, tiene el mejor sabor y es más cercano al azúcar. Los dulcósidos que existen en menor porcentaje, presentan un ligero sabor amargo (Goto y Clemente, 1998) y se localizan en las nervaduras de la planta, la cual posee la propiedad vasodilatadora (Llanos, 2006). En la tabla 2 se presenta la composición de la stevia

Tabla 2. Composición química de la planta de stevia

Kilocalorías	540/kg
Magnesio	490ppm
Manganeso	147ppm
Fosforo	180ppm
Potasio	800ppm
Proteína	580ppm
Sodio	892ppm
Aluminio	72ppm
Ácido Ascórbico	110 ppm
Calcio	440ppm
Grasas	000ppm
Hierro	39ppm

Fuente: López (2004).

2.1.5. Importancia económica

Los glucosidos de esteviol han sido de gran interés científico y comercial por su intensa dulzura y su alto poder edulcorante desde que se dieron conocer en 1899 en Europa, en la actualidad son ampliamente usados en productos alimenticios y suplementos dietéticos en muchos países alrededor del mundo (Brandle y Telmer, 2007).

El mercado de la stevia se enfoca principalmente en el área de alimentos (edulcorantes no calóricos y saborizantes), aunque recientemente se han desarrollado otros usos en el campo terapéutico y agropecuario (Instituto Boliviano de Comercio Exterior, 2011). Como edulcorante, la stevia se emplea como endulzante de mesa y la industria la utiliza en la composición de sus productos como bebidas, panadería, confitería y lácteos.

Para el año 2008 se estimó que la stevia representó económicamente un total de un mil trescientos millones de dólares y espera que alcance 8.2 mil millones de dólares para el año 2015 (Instituto Boliviano de Comercio Exterior, 2011).

La Organización Mundial de la Salud ha reconocido que no es genotóxico y asignó una ingesta diaria admisible temporal de glucósidos de esteviol de 0-2 mg/kg de peso corporal (Beneford et al, 2006).

2.2. REQUERIMIENTO AGROCLIMÁTICOS

Se la puede cultivar en suelos muy variados. En su estado natural, la planta crece en suelos, tanto de baja fertilidad, ácidos, de tipo arenoso hasta orgánicos y con alta humedad (Shock, 1982).

Algunos autores recomiendan tierra areno-arcilloso fumífera- ferruginosa o simplemente arena fumífera, con buena capacidad para la retención de la humedad y buen drenaje interno, sin embargo también se observa una alta productividad bajo condiciones de exceso de humedad del suelo, ya que la respiración de las raíces no decrece en condiciones de bajo contenido de oxígeno, debido a que el consumo medio de oxígeno de sus raíces es menor que el de otros cultivos de tierras altas (Sumida, 1980).

Los suelos óptimos para el cultivo de la stevia, son aquellos con pH 6,5 -7, de baja o nula salinidad, con mediano contenido de materia orgánica, de textura franco arenosa a franco, y con buena permeabilidad y drenaje. Esta planta no tolera suelos con exceso de humedad ni los de alto contenido de materia orgánica, principalmente por problemas fúngicos

que pueden causar grandes pérdidas económica En Ecuador los suelos en los que se siembra stevia son muy diversos: van desde ácidos, ligeramente ácidos, a ligeramente alcalinos; los contenidos de materia orgánica se encuentran principalmente en los rangos altos (3,4% en Paquisha, 4,9%, en Río verde y 6, 3% en Sacha), medio (2,0% en Cerecita) y bajo (1,9% en Tababela) Landázuri y Tigrero (2009).

2.2.1. Clima

La stevia crece en las regiones subtropicales, semihúmedas, con 1400 a 1800 mm de precipitación, altitud entre 300 a 1200 m sobre el nivel del mar y 78% a 85% de humedad relativa (Shock, 1982).

2.2.2. Fotoperiodos y tiempo de floración

La stevia es una planta de día corto que florece de enero a marzo en el hemisferio norte. La floración bajo condiciones de día corto ocurre de los 54 a los 104 días siguientes al trasplante, dependiendo de la sensibilidad del cultivar al largo del día. La variabilidad de la sensibilidad al fotoperiodo es amplia, el rango va de 8 a 14 h; la floración es más precoz en fotoperiodos de 8 h, pero las plantas permanecen en estado vegetativo bajo un fotoperiodo de 8 h con noches interrumpidas (Yadav et al 2011)

Los fotoperiodos largos aumentan la longitud de los entrenudos, área foliar, peso seco y aceleran la aparición de hojas. Las proteínas y los glicósidos aumentan tanto en valores absolutos como relativos en días largos (Sakaguchi y Tatsuiko, 1982). El fotoperiodo crítico es de 12 a 13 h, según el ecotipo.

2.2.3. Temperaturas

La temperatura más apropiada para el desarrollo y cultivo de stevia se encuentra en el intervalo de 18 a 34 °C. Sin embargo a temperaturas entre los 5 y 15 °C la stevia no muere, pero inhiben o detienen su desarrollo foliar. Las temperaturas extremas que matan a la planta son: inferiores a los - 6 °C (heladas), y mayores a los 43 °C., en relación con estos datos la variación máxima esta entre -6 a 43 °C (Zubiate, 2007).

Landázuri y Tigrero (2009), señalan que la stevia en su estado natural, crece en la región subtropical, semihúmeda de América con temperaturas que van desde los 24 a 28 °C y humedad relativa de 75% a 85%.

2.3. LABORES CULTURALES

2.3.1. Siembra

Algunos autores recomiendan que los plantines se siembren en el campo definitivo a una distancia de 20cm x 20cm entre ellos, en camas de 1m de ancho por 20cm de alto y con distanciamiento de 70cm entre camas para conseguir una densidad de 145,000 plantas por hectárea, obteniéndose una cosecha de 1,500kg de hojas secas por hectárea en el primer año. A partir del segundo año se puede alcanzar hasta 7,000kg anuales de hoja seca por hectárea (Zubiate, 2007).

Por otra parte, otros autores sugieren mayores distancias de siembra, de 50cm entre hileras y 25cm entre plantas para dar un manejo más adecuado al cultivo y obtener una densidad de alrededor de 80,000 plantas por hectárea (Ibarra, 2009). Sin embargo, en estudios hechos en la Escuela Politécnica del Ejército y en el Ingenio Valdez, se sugieren distancias mucho más cortas, de 20cm entre hileras y 20cm entre plantas, dejando 3m cada 100m para el manejo de la plantación (Tigrero y Landázuri, 2009).

2.3.2. Control de malezas

Roberto (2001), sugiere que; en la etapa después de la siembra se realiza de forma manual y mecánica teniendo mucho cuidado en no lastimar las raíces de las plantas de Stevia, también se puede “utilizar mulching para evitar el brote de malezas que perjudican al cultivo.” Cuando la planta se encuentra en estado de madurez fisiológica las malezas disminuyen pues Stevia no deja pasar la luz que es un elemento indispensable para la actividad fisiológica.

2.3.3. Podas

Podas de formación

La poda de formación se realiza a los ocho días después de la plantación en campo. Esta poda consiste en cortar el ápice o yema terminal de la plántula, dejando como mínimo tres o cuatro pares de hoja con el propósito de estimular la brotación de las ramas laterales. Veinte días después de la primera poda, se realiza la segunda poda, que consiste en la poda de las ramas secundarias, de la misma forma en que se realizó la primera. De aquí en adelante se realizan las podas de las ramas terciarias y cuaternarias que sean necesarias y eliminar los botones florales, hasta que la planta haya macollado y tenga unos 25 cm de alto (Pamies, 2007)

Poda sanitaria

Se realiza para eliminar ramas que han sufrido daño mecánico, o que estén afectadas principalmente por Septoria; en algunas ocasiones cuando las plantas presentan mucha floración, es conveniente podar toda la planta a unos 25 cm del suelo, con el fin de estimular el crecimiento vegetativo (Bonilla 2007).

2.3.4. Fertilización

La planta no es muy exigente en macro y micronutrientes, pero se recomienda aplicar materia orgánica como humus de lombriz, guano vacuno o de caballo. No es recomendable el estiércol de aves porque facilita la infestación de nematodos. Además se recomienda evitar el uso de fertilizantes y otros productos sintéticos con el fin de lograr un cultivo orgánico y desarrollar un producto natural con el cual se va a conseguir un mayor precio (Zubiarte, 2007). A pesar de esto se debe tener en cuenta que en ciertas condiciones, en especial cuando hay altos requerimientos nutricionales del suelo puede ser aconsejable aplicar a la siembra y después de cada cosecha fertilizantes químicos (Casaccia y Álvarez, 2008).

En el Ingenio Valdez, (Agroestevia) ubicado en Cerecita se aplica soluciones nutricionales con el sistema de riego por goteo y se utiliza nitrato de amonio, nitrato de potasio, sulfato de amonio, cloruro de potasio, y ácido fosfórico al 85% (Villegas, 2010), alcanzando un total de 46kg de nitrógeno, 80kg de potasio y 37kg de fósforo por hectárea por ciclo. Sin embargo un estudio realizado en Canadá se recomienda programa de fertilización menos intenso con una cantidad de nutrientes de 100kg/ha de 6-24-24 a la siembra y 140kg/ha de urea en aplicaciones fraccionadas, lo que equivale a 70kg de nitrógeno, 20kg de potasio y 10 kg de fósforo (Villegas, 2010)

En un estudio en Paraguay por el Instituto de investigación del Ministerio de Agricultura se recomienda una fertilización con 169-19-140 kg por hectárea de N, P, K, con las variedades Criolla (Casaccia y Álvarez, 2008).

FUNCFOS (2000) recomienda aplicar de 10 a 20 t ha⁻¹ de materia orgánica en la preparación de las camas de crecimiento. Con la aplicación suficiente de materia orgánica no es necesaria la aplicación de fertilizantes químicos durante el año.

Las necesidades nutritivas de la stevia, de acuerdo con FUNCFOS (2000) son: 103kg de nitrógeno(N), 28 kg de fosforo (P), 83 kg de potasio (K) y trazas de magnesio, azufre, manganeso, cobre, zinc, boro, molibdeno, cobalto y cloro, entre otros.

2.3.5. Nitrógeno en la producción de stevia.

La utilización eficiente de nitrógeno es una meta esencial en el manejo de cultivos Patil (2010). Ávila (2011), señaló que el exceso de nitrógeno en plántulas de stevia se caracteriza por la aparición de necrosis en ápice y bordes de hojas en dirección al peciolo, posteriormente afecta a los tallos, las hojas muertas tienen un enrollamiento hacia arriba, las hojas jóvenes presentan un encurvamiento hacia abajo, por último la necrosis se generaliza en las hojas medias y yemas apical, lo que ocasiona la muerte de la planta en tan solo seis días bajo tratamiento.

Patil (2010), reportó en su investigación con stevia que el mejor tratamiento sobre la altura, área foliar, clorofila, contenido de proteína y carbohidratos fue con una combinación de fertilizantes químicos (NPK) y vermicomposta.

Jarma y Rengifo (2006), determinó que la tasa de extracción de nitrógeno en un cultivo de stevia a una densidad de 100 mil plantas ha⁻¹ es de 24.5 kg ha⁻¹ de nitrógeno y 30.8 kg ha⁻¹ para la variedades de mortita 1 y mortita 2, respectivamente.

Por su parte, Lima y Malavolta (1997) estimaron que la demanda de nitrógeno para producir una tonelada de hojas secas de stevia es de 65 kg de nitrógeno. Chalapathi (1999) explican que con la aplicación de 60 kg N/ha, 30 kg de P/ha y 45 kg K/ha, el cultivo de stevia logra altos rendimientos de hojas secas y simultáneamente mayor absorción de nutrientes.

Maheshwar (2005), concluyó que al aplicar 105 kg ha⁻¹ es posible obtener promedio mayor de altura en plantas de stevia, la mayor producción de materia seca (3,5 t ha⁻¹) y área foliar y retraso en días la presencia la primera floración.

2.3.6. Propagación

Existen varios métodos de propagación de la stevia. Uno de ellos es la propagación sexual por semillas, no es muy recomendable por el bajo porcentaje de germinación y la gran variabilidad fenotípica que puede resultar en una baja calidad de la hoja (Taware et al 2010; FUNCFOS, 2000).

La propagación vegetativa puede ser a través del cultivo de tejidos (Vázquez, 2012) así como la propagación por callos que representa una buena posibilidad para la producción de esteviosidos (Taware, 2010), pero la baja aclimatación y supervivencia de los plantines en campo limita su uso (Zubiate, 2007). Otros métodos de propagación vegetativa es por medio de esquejes que permiten mantener las características deseadas; al enraizamiento de los esquejes se calcula mayor al 95%(FUNCFOS, 2000). Esta última es más recomendada (Muratalla 2013).

La reproducción asexual con esquejes terminales de ramas secundarias, terciarias y cuaternarias debe provenir de plantas madres previamente seleccionadas por sus características como vigorosidad, rusticidad y productividad. La obtención de esquejes se hace de ramas con un mínimo de 5 pares de hojas abiertas y opuestas (las hojas alternas indican un estado de floración, por lo que el esqueje no debe presentar flor o botón floral) y de 8 a 10 cm de longitud; la reproducción de esquejes se hace en camas de enraizamiento (FUNCFOS, 2000).

2.3.7. Riego

El riego es fundamental para el cultivo de la stevia, ya que esta no tolera largos periodos de sequía. La limitada profundidad y el escaso radio de expansión alcanzado por el sistema radicular, así como la naturaleza herbácea y el ritmo de crecimiento de la planta del kaá heé (los guaraníes la llaman kaá-heé, y significa “yerba dulce”), exige que el suelo tenga un adecuado nivel de humedad para asegurar el buen desarrollo de las plantas. En cultivos establecidos en zonas en donde la precipitación anual es inferior a los 1,400 mm. En general es recomendable la utilización de sistemas de irrigación, la necesidad hídrica del cultivo es de 5 mm diarios aplicados con intervalos de 3 días si el suelo es del tipo arenoso y de cada 5 días si es del tipo ligeramente arcilloso. El riego se debe suspender 15 días antes de la cosecha, de manera de no afectar el tenor dulzor de glucósidos en la hoja (Álvarez, 2004).

2.3.8. Cosecha

Casaccia y Álvarez (2008), mencionan que el cultivo de Stevia en estado de madurez fisiológica se puede cosechar hasta cuatro veces por año dependiendo de las condiciones climáticas en donde se desarrollen. El corte se debe realizar cuando los botones florales empiezan a brotar o bien una semana antes que inicie la aparición de las flores abiertas, momento en el cual los edulcorantes están en el pico máximo, es decir en esta etapa es cuando se tiene mayor cantidad de steviosidio y Rebaudiosidio A.

Funcfos (1994), menciona la cosecha debe realizarse cuando se presente como máximo de un 5 % de los botones florales, por lo que se debe planificar la cosecha con anticipación con lo que evitamos afectar la calidad del producto final.

Casaccia y Álvarez (2008), indica que las labores de cosecha se realizan considerando los siguientes aspectos: Altura de corte ideal a 5 cm del nivel de suelo, con lo cual se reduce el porcentaje de plantas muertas posterior a cada cosecha. Utilizar herramientas apropiadas para realizar el corte de las partes vegetativas; puede ser segadora de dientes, hoz, etc. El machete no es recomendable su uso para la cosecha debido a que causa mucho daño a la planta. Además no se puede regular la altura de corte. También se puede utilizar Corta Setos Manual Motorizado con la cual reducimos el tiempo de corte optimizando el recurso de mano de obra.

Después del corte de las plantas se procede a la pre limpieza de las ramas, acción que consiste en la eliminación de las hojas basales (hojas negras y marrones) con lo que evitamos mezclar estas hojas de menor calidad con el material vegetativo bueno, con esta sencilla actividad se logra obtener mayor cantidad de hojas secas de calidad superior. (Hale, 2001)

2.3.9. Rendimiento - Productividad

En una hectárea se pueden sembrar hasta 80.000 plantas de stevia con rendimiento de 1000 kilos en la primera cosecha y hasta 2000 kilos en las cosechas subsiguientes hasta tres cosechas al año. La planta tiene una vida de seis a ocho años, todo depende del nivel de cuidado que se le dé a la misma, los precios en el mercado fluctúan de USD. 5,00 a 8,00 el Kilo dependiendo de la calidad de la hoja y de su proceso de deshidratación por lo que el rendimiento por cultivo de hectárea es de USD. 5000 a USD. 8.000 por cada cosecha descontando los gastos de inversión y mano de obra. <http://www.steviadelecuador.com/index.php/cultivosdestevia> (2017)

2.3.10. Plagas

Pulgones

Los pulgones son insectos pequeños del orden Hemiptera con aparato bucal chupador que viven en las regiones templadas de todo el mundo; son parásitos de plantas silvestres y comerciales, de las que extraen fluidos. Debido a que la planta de stevia exuda un líquido

dulce en sus hojas, a veces se ven grupos de pulgones cuidados y protegidos por hormigas (Vega, 2014).

Mosca blanca

Son insectos pequeños del orden Hemiptera que miden alrededor de 0.42cm que son atraídos por la planta dulce, se alimentan fundamentalmente de las hojas ya que tienen un aparato bucal picador-chupador muy versátil lo que les permite a algunas especies alimentarse de más de 500 especies de plantas distintas (Vega, 2014).

Hormigas

La mayoría de las hormigas son omnívoras; no obstante, algunas especies comen sólo ciertos alimentos especializados. La mayoría de ellas construyen algún tipo de nido u hormiguero donde almacenan alimentos. Unas cuantas especies han desarrollado hábitos agrícolas o de pastoreo muy especializados. La hormiga cosechera roja (hormiga agrícola), frecuenta los campos donde hay cultivos dulces como la stevia, recolectando y almacenando pedazos de hojas. Estas hormigas soldado no hacen casi nada más que partir las hojas para que coman las demás. Las especies de América tropical reciben el nombre de cortadoras de hojas u hormigas parasol porque las trabajadoras cortan trozos de determinadas hojas que son acarreados de vuelta al hormiguero, donde se usan como compost para fertilizar los cultivos de hongos (Vega, 2014).

2.3.11. Enfermedades

Seda blanca

Causada por el hongo *Sclerotium rolfsii*. Este hongo ataca a las plantas adultas y puede causar alta mortandad en el lugar definitivo. Produce mancha algodonosa alrededor del cuello de la planta. El hongo sobrevive en el suelo por mucho tiempo por lo tanto el control debe estar orientado a una prevención. La transmisión se da por heridas causadas por insectos, implementos agrícolas y por ataques de nematodos (Vega, 2014).

Mancha foliar o septoriosis

Tiene como agente causal a la *Septoria steviae* Speg. Presenta los siguientes síntomas: pequeñas manchas foliares de color marrón claro a marrón oscuro, de forma irregular y contorno (halo) amarillento. Es favorecido en condiciones de alta humedad (lluvias continuas,

rocío y neblina) y temperaturas elevadas; con suelos mal drenados y aireación deficiente (Vega, 2014).

Oídium

Oidium sp: Los síntomas se inician con un crecimiento blanco en la superficie de las hojas y ramas. A medida que el hongo crece, las zonas afectadas se vuelven amarillas y finalmente se necrosan (Jaramillo y Mococho 2009).

2.4. ABONOS ORGÁNICOS

2.4.1. Importancia

La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligado a la búsqueda de alternativas fiables y sostenible, en la agricultura ecológica, se le da gran importancia este tipo de abonos, y cada vez más, se están utilizando en cultivos intensivos, no podemos olvidar la importancia que tiene mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo, y en este sentido este tipo de abonos juegan un papel fundamental (Cervantes, 2010)

Sirven como medio de almacenamiento de los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas como es el caso de nitratos, fosfatos, sulfatos, etc. Aumenta la capacidad de cationes en proporciones de 5 a 10 veces más que las arcillas. Amortiguan los cambios rápidos de acidez, alcalinidad, salinidad del suelo y contra la acción de pesticidas y metales tóxicos pesados. Contrarrestan los procesos erosivos causados por el agua y por el viento. Proporcionan alimento a los organismos benéficos como la lombriz de tierra y las bacterias fijadoras de nitrógeno. Atenuan los cambios bruscos de temperatura en la superficie del suelo. (Padilla, 1988).

Reducen la formación de costras al debilitar la acción dispersante de las gotas de lluvia. A medida que se descomponen los residuos orgánicos, suministran a los cultivos en crecimiento cantidades pequeñas de elementos metabólicos a tiempo y en armonía con las necesidades de la planta. Reducen la densidad aparente del suelo aumentando la infiltración y el poder de retención de agua en el suelo. Mejoran las condiciones físicas del suelo mediante la formación de agregados. No podemos olvidarnos la importancia que tiene es de mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo, y en este sentido, este tipo de abonos juega un papel fundamental. Además son promotores del crecimiento vegetal (Padilla, 1988).

Por último podemos destacar los típicos abonos, poseen gran cantidad de materia orgánica por lo que favorecen la fertilidad del suelo, incrementan la actividad microbiana de este y facilitan el transporte de nutrientes a la planta a través de las raíces. Las sustancias húmicas incrementan el contenido y distribución de los azúcares en los vegetales, por lo que elevan la calidad de los frutos y flores, incrementando la resistencia al marchitamiento. (Padilla, 1988).

2.5. TIPOS DE ABONOS

2.5.1. Humus

El humus de lombriz es la deyección de la lombriz. "La acción de las lombrices da al fundamento un valor agregado", así se lo relaciona como un abono completo y eficaz para mejorar los suelos. Así mismo asevera que el humus puede considerarse a toda materia orgánica procedente de los seres vivos (lombrices, hongos microscópicos), considerado el mejor abono orgánico, ya que posee un contenido muy alto en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio asimilables, acompañado por gran cantidad de bacterias, hongos y enzimas que continúan el proceso de desintegrar y transformar la materia orgánica (SUQUILANDA, 1996)

Beneficios del humus

- Conserva la estructura y la humedad del suelo y a la vez que suministra sustancias nitrogenadas indispensables para el desarrollo de la planta.
- Retiene por más tiempo la humedad del suelo.
- Mejora la actividad biológica del suelo por la gran flora microbiana que contiene y favorece la absorción de nutrientes.
- Evita que el suelo se haga ácido. Posibilidad de guardarlo.
- Aumenta los niveles de materia orgánica en el suelo.
- Actúa en la dinámica y beneficio del suelo.
- Ayuda a mejorar la micro fauna benéfica y la asimilación de nutrimentos al tiempo que la planta se potencia y se protege naturalmente de plagas y enfermedades. (Pineda, 1996)

Composición Química del humus de lombriz.

Es muy variable, depende de la calidad de los ingredientes que se usan para preparar el alimento para lombrices; o sea de la calidad del estiércol, del rastrojo y del agua. La composición del humus también depende de la preparación, es decir de la tecnología aplicada y de la oportunidad de cada actividad (Pineda, 1 996).

Tabla 3. Composición química del humus

Humedad	30-60
pH	6.8-6.2
Nitrógeno	1-2.6%
Fósforo	2 – 8 %
Potasio	1- 2.5 %
Calcio	2 - 8 %
Magnesio	1 - 2.5%
Materia orgánica	30 - 70 %
Carbono orgánico	14 - 30 %
Ácido fúlvicos	14 - 30 %
Acido Húmicos	2.8 - 5 %
Sodio	0,02 %
Cobre	0,05 %
Hierro	0,02 %
Manganeso	0,006%
Relación C/N	10 – 11

Fuente: (Molina, 1998)

Papel del humus en el suelo

La acción del humus en el suelo se debe a los productos transitorios formados durante la transformación de la materia en humus. De esta manera el humus ejerce acción favorable sobre las propiedades, físicas, químicas y biológicas:

Físicas. El color oscuro favorece la absorción de los rayos solares calentando el suelo y promoviendo la germinación de la semilla inmediatamente después de comenzar el periodo vegetativo. Facilita el desarrollo de una buena estructura, que a la postre es la que mantiene una porosidad idónea que posibilita la respiración adecuada de las plantas y de los microorganismos, a la par que retiene la humedad (Guamán, 2004)

Químicas: Se constituye en un poder tampón o de amortiguación frente a los contaminantes (hasta un cierto umbral), Por ejemplo la materia orgánica del suelo atesora una gran capacidad de absorber y retener pesticidas (que de este modo no pasan a las freáticas y

corrientes). Facilita la retención y disponibilidad adecuada de los nutrientes para que sean asimilados por las plantas (Guamán, 2004)

Biológicas; fomenta la actividad biológica del suelo, favorece la liberación de nutrientes para la alimentación vegetal (Guamán, 2004)

2.5.2. Bocashi

Es un abono orgánico que se lo obtiene por la unión de varios materiales de carácter vegetal y animal, y la ayuda de micro organismos benéficos y fermentos en estado seco que le dan una poderosa acción rápida (Guerrero, 1990).

Composición química

Tabla 4. Composición química del bocashi

Materia orgánica	52%
Humedad	49%
Nitrógeno	2,2% s-s
Fosforo	1,3% s-s
Potasio	1,2% s-s
Carbono orgánico	28% s-s
Relación carbono/nitrógeno	11
Ácidos fúlvicos	2% s-s
Ácidos Húmicos	6% s-s
Micro elementos	1%

Fuente: Guerrero (1990)

Beneficios del bocashi

- Mejora la calidad del suelo
- Facilita la preparación usando materiales de la zona
- Mejora la propagación de micro organismos benéficos.
- Trae beneficio económico a la comunidad
- Debido a su gran cantidad de micro organismos, muestra una gran intensidad biológica en el desarrollo de la planta (Guerrero, 1990).

2.5.3. Nutrisano

El abono orgánico “Nutrisano” de elevado rendimiento de origen vegetal, con materia prima seleccionada y compostada, hasta obtener un producto de calidad con un alto contenido de materia orgánica. Aporta y aumenta la disponibilidad de los nutrientes en el suelo para una mejor asimilación (Prefectura de Loja)

Características del Producto

- Debido a su proceso de la elaboración no es fuente de patógenos que vaya afectar al cultivo.
- No aporta con semillas de malezas que vayan a generar competencia de nutrientes y de agua al cultivo.
- Mejora la capacidad de retención de humedad en el suelo.
- Por ser un abono esponjoso hay mejor desenvolvimiento radicular evitando la compactación del suelo el cual va a permitir un mejor desarrollo del cultivo.
- Por ser un producto terminado no hay liberación de amonio, el cual no afecta al pH del suelo, haciendo que los nutrientes fijados en el suelo sean desbloqueados (Prefectura de Loja)

Composición química

Tabla 5. Composición química del nutrisano

Materia orgánica	65,75 %
Nitrógeno (n) %	1,75
Fosforo (P₂O₅)%	3,48
Potasio (K₂O)%	2,42
Calcio (CaO)%	6,62
Magnesio (Mgo)%	0,79
Ph	7
Conductividad	7,3

Fuente: GAD Provincial (2016)

Usos

Este producto está indicado para aplicación directa al suelo en plantaciones orgánicas y en planes específicos de fertilización.

2.6. TRABAJOS RELACIONADOS CON EL TEMA

Flores J. y Lita E. (2011) evaluaron el efecto de tres niveles de N, P, K y cuatro promotores de crecimiento en el rendimiento de stevia (*stevia rebaudiana bertonii*) en selva alegre, Imbabura. en el cantón Otavalo, provincia Imbabura, a 1300 msnm, con temperaturas promedio de 20 °C, ensayo realizado en campo abierto donde se evaluaron tres niveles de N, P y K (60-80-60 de N, P, K kg/ha), (80-100-80 N, P, K kg/ha), (100-120-100 N, P, K kg/ha) y cuatro promotores de crecimiento, alga 600, bioenergía, citokyn, ergostim. El promotor de crecimiento alga 600 presentó mayor altura de planta a los 90 días con un valor de 30,26 cm, los días a la cosecha fueron de 146 días, mayor rendimiento en biomasa verde con 11,10 t/ha, mayor rendimiento en materia seca con 3,70 t/ha, y mayor sólidos solubles con 22,50 grados brix. El nivel de fertilización (80-100-80 kg/ha de N, P, K), obtuvo la mayor altura de planta a los 90 días, con un valor de 29,16 cm y el primer lugar en grados brix con un valor de 21,08, los demás parámetros en estudio no presentaron significancia estadística.

Clementelli, A., & Zevallos, R. (2009) evaluaron la Fertilización nitrogenada mineral y orgánica en el cultivo de stevia (*Stevia rebaudiana Bertonii*) aplicadas al suelo y vía foliar. en el Centro de Prácticas de la Universidad Cristiana de Bolivia (CEPRA), ubicado a 7 km al norte de la ciudad de Santa Cruz, en la Provincia Andrés Báñez. Los tratamientos aplicados fueron: testigo (sin fertilización), 50 kilogramos de Nitrógeno por hectárea al suelo (antes de la siembra), 100 kilogramos de Nitrógeno por hectárea al suelo (antes de la siembra, 3 litros de Nitrógeno líquido por hectárea al follaje en 3 aplicaciones, Humus de lombriz 500 gramos/m² (a la siembra) y Bioabono 400 gramos/m² (a la siembra).

En los resultados obtenidos, la altura de planta no es significativamente diferente cuando se aplican los tratamientos de fertilización, en ninguno de los tres cortes. Pero se nota mayor tamaño de plantas antes del segundo corte, disminuyendo casi a la mitad al tercer corte. En el número de hojas en el segundo corte existe diferencia significativa. El tratamiento con 100 kg de N, presentó un mayor número de hojas, con relación a los otros tratamientos, y entre estos no presentaron diferencia estadística. El peso de hojas más ramas no presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos. En el rendimiento de hoja seca en el segundo corte el tratamiento con 100 kg de N tuvo una diferencia significativa con relación al testigo y bioabono, con los demás no se observó diferencia. El rendimiento promedio de hojas secas de todos los tratamientos resultó bajo, y fue de aproximadamente 300 kg/ha en los tres cortes.

Vilema, L. G., Huisha, 2010) Albán evaluaron cuatro dosis de humus para la adaptación del cultivo no tradicional de yerba dulce (*stevia rebaudiana*) en la zona de santo domingo de los tsachilas, altitud de 552 msnm, con una temperatura media anual de 23, 5° C, utilizando una dosificación de humus de (2kg/m²; 3 kg/m²; 4 kg/m² y 5 kg/m²).obteniendo los siguientes resultados, una producción de materia seca, del T4 (5 kg. humus/m²), reportando a los 115 días (primer corte) existe una producción de 575,04 Kg.ha⁻¹ más que el testigo, a los 185 (segundo corte) logra 304,06 kg.ha⁻¹ sobre el testigo que es 883,12kg.ha⁻¹ , indicando que estas dos producciones fueron cosechadas en la temporada de verano, en tanto a los 260 días (tercer corte), obteniendo 1375,67 kg.ha⁻¹ más que el testigo, cabe recalcar que esta producción se realizó en la temporada invernal.

Amaya (2010) realizó un estudio sobre el Efecto de tres densidades de siembra y tres dosis de bioinsecticidas en el cultivo de estevia (*eupatorium rebaudianum bertonii*) en la Parroquia Tumbabiro Cantón Urcuqui” en una altitud de 2310 msnm y 15 °C de temperatura. En el cual se evaluaron dos factores: tres densidades D1= (0.25 x 0.40m) 10 0000 plantas/ ha, D2= (0.30 x 0.40 m) 83 333 plantas / ha, D3= (0.40 x 0.40m) 62 500 plantas/ ha y tres Bioinsecticidas: B1= Vertici 0.50g/l de agua, B2= Beauve 0.50 g/ l de agua B3= Tricho 0.50 g/ l de agua.

Dando como resultado que la altura de plantas a los 60 y 75 días fue D1 (0.25 x 0.40m) con un promedio de 26.16 cm; para rendimiento de materia fresca y seca la mejor respuesta fue la densidad D1 (0.25 x 0.40m) con 1.31 kg /parcela (250.6 kg/ha) y 0.91 kg /parcela (174.1 kg/ha) respectivamente; la utilización de Bioinsecticidas ayuda a obtener plantas sin problemas fitosanitarios y por ende hojas sanas para su comercialización, el mejor tratamiento desde el punto de vista económico fue el T6 (Densidad 0.30 x 0.40 m & Vertici) con una tasa de retorno marginal 41.78 %, siendo el mejor resultado con el análisis económico. Teniendo en cuenta que el costo de producción por hectárea es de \$ 3928.56 dependiendo del sitio a cultivarse.

Duarte (2017) y otros investigadores, evaluaron el efecto de diferentes dosis de estiércol bovino en el cultivo orgánico de *Stevia rebaudiana* (Bertonii) Bertonii bajo sistema de riego por goteo, con unas dosis de estiércol bovino (0, 20, 40, 60, 80 y 100 tn/ha), obteniendo resultados que indican que con 60 tn/ha de estiércol bovino se obtuvo la mayor producción de MSH de *Stevia* por planta en el primer, segundo corte y total con 24.90; 29.39 y 54.30 g pl⁻¹ respectivamente.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se desarrolló en el invernadero de la Estación Experimental “La Argelia” de la Universidad Nacional de Loja, del sector los molinos, a 6 Km al sur de la ciudad de Loja, Parroquia San Sebastián, Cantón y Provincia de Loja.

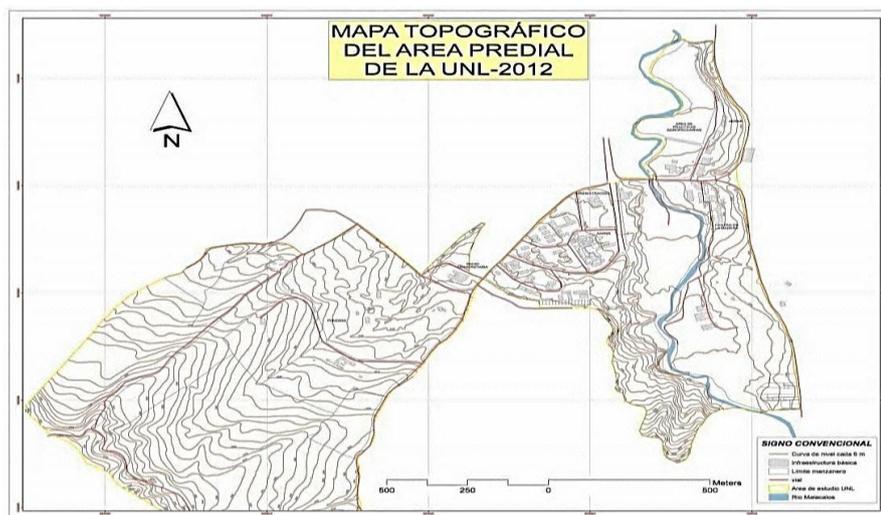


Figura 2. Mapa topográfico del Área predial de la UNL.
Fuente: SIG 2014

3.1.1. Ubicación política

País: Ecuador
Provincia: Loja
Cantón: Loja
Parroquia: San Sebastián
Sector: La Argelia (Moraspamba)

3.1.2. Ubicación geográfica

“La Argelia”, se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas.

Latitud: 04° 02' 47" S

Longitud: 79° 12' 59" W

Altitud: 2 135 msnm.

3.1.3. Ubicación ecológica

Según Holdridge (1967), ecológicamente la Estación Experimental “La Argelia-Loja”, corresponde a una Zona de vida conocida como bosque seco montano bajo bs-Mb.

La clasificación climática según la estación meteorológica “La Argelia”, 2015; en un registro de 42 años, las condiciones climáticas son las siguientes: una precipitación anual de 906,9 mm/año, temperatura media anual de 15,5 °C, temperatura máxima de 27,8 °C, temperatura mínima 3°C, humedad relativa máxima de 78 %, humedad relativa mínima de 72 %, humedad relativa media 74 % y una velocidad del viento media 3,1 m/s

3.2. MATERIALES

3.2.1. Material biológico

Plantines de Stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*)

3.2.2. Materiales de campo

Lampas, Azadones, Flexómetro, Podadoras, Bandejas, Trasplantadoras, Martillo, Clavos, Gavetas, Rastrillo, Piola, Bomba de fumigar, Balanza, Equipo de riego, Letreros, Abono humus, Abono nutrisano, Abono bocashi

3.2.3. Materiales de laboratorio

Estufa, Balanza analítica

3.2.4. Materiales oficina

Computadora, Calculadora, Infocus, Material bibliográfico

3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para probar la efectividad de los tratamientos de los abonos orgánicos en el cultivo de Stevia, se empleó el diseño “Bloques al Azar”, que consta de 4 tratamientos con 4 repeticiones.

3.3.1. Variables a evaluarse

- Altura de la planta (cm)
- Días a la cosecha
- Rendimiento en biomasa húmeda
- Rendimiento en biomasa seca

3.3.2. Tratamientos

Tabla 6. Tratamientos y dosificación a utilizarse en el presente ensayo:

Código	Tratamiento	Dosificación (kg/ha)
T1	Nutrisano	2645.7
T2	Bocashi	2105
T3	Humus	3087
T0	Testigo	0

3.3.3. Modelo matemático

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

Y_{ij} = es el gran total del ensayo

μ = Es la gran media de los tratamientos

τ_i = Es el efecto del i-esimo tratamiento

β_j = Es el efecto del i-esimo bloque

ϵ_{ij} = Son valores de variables aleatorias independientes que tienen distribuciones normales con media cero y varianza común

3.3.4. Análisis de varianza (ADEVA)

Tabla 7. Análisis de varianza de diseño bloques al azar

Fuente de variación	GL	SC	CM	RELACION F
Tratamientos	t-1	SCt	CMt	CMt/Cme
Bloques	r-1	SCb	CMb	CMb/ Cme
Error experimental	(t-1)(r-1)	SCe	CMe	
Total	n-1	SCT		

Simbología

GL: Grados de libertad

SC: Suma de cuadrados

CM: Cuadrados medios

SCT: Suma de cuadrados totales

SCt: Suma de cuadrado de los tratamientos

3.3.5. Hipótesis estadística

H₀: La producción de stevia con fertilización orgánica no difiere al nivel del 5% de significación estadística.

H₁: La producción de stevia con fertilización orgánica difiere al nivel del 5% de significación estadística.

3.3.6. Especificación del ensayo

Tabla 8. Características de la unidad experimental

Descripción	Características
Número de repeticiones	4
Número de tratamientos	4
Número total de unidades	16
Número de plantas medibles por tratamiento	10
Número de plantas por bloque	112
Número de plantas por unidad experimental	28
Número total de plantas	448
Área de la unidad experimental	13.44m ² (1.60 m de ancho x 8.4 de largo)
Área útil de cada bloque	13.44m ²
Área total del ensayo	94.08 m ²
Densidad de siembra	30 cm entre planta y 40 cm entre surco

Fuente: La Autora 2016

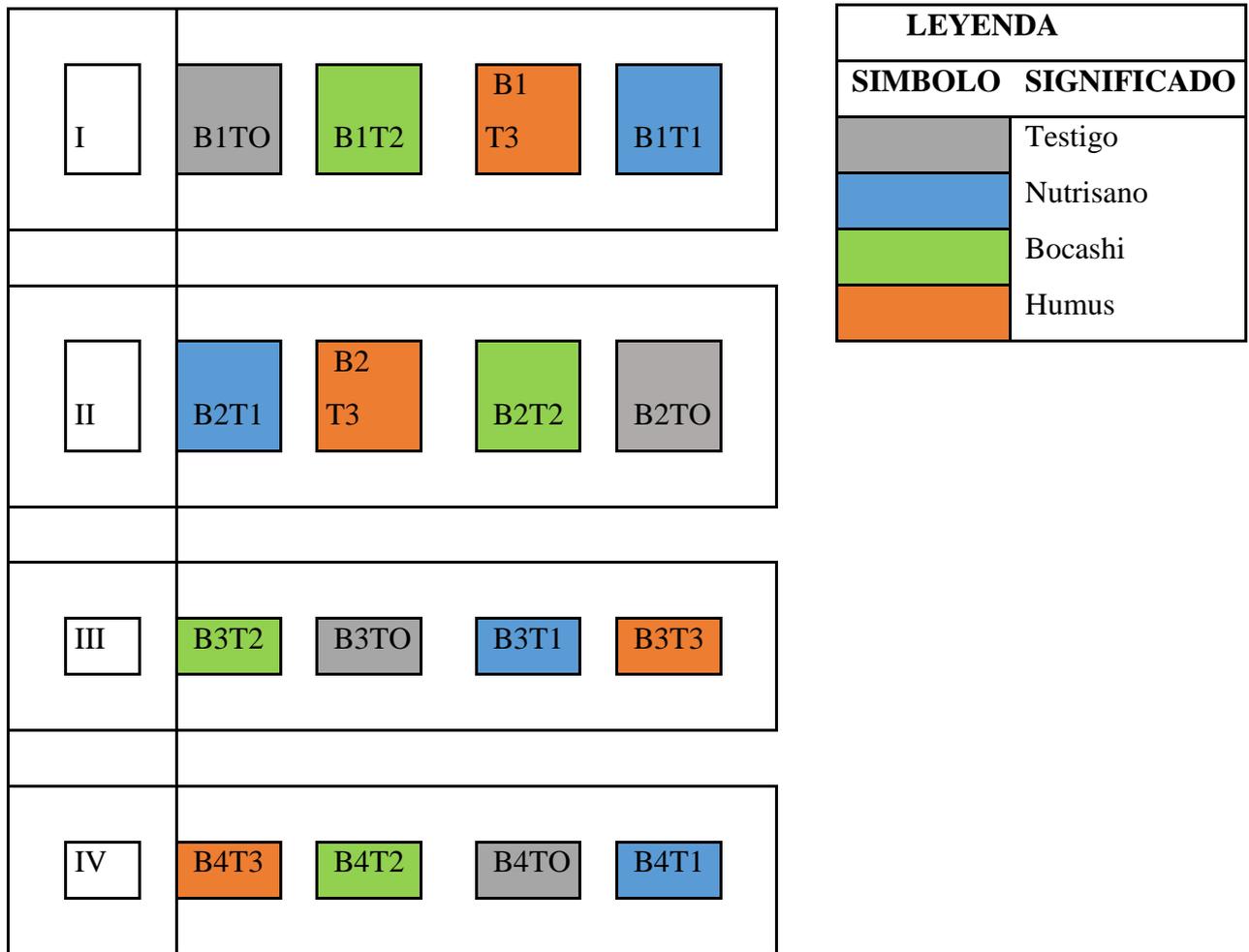


Figura 3. Croquis del ensayo experimental “La Argelia” 2016

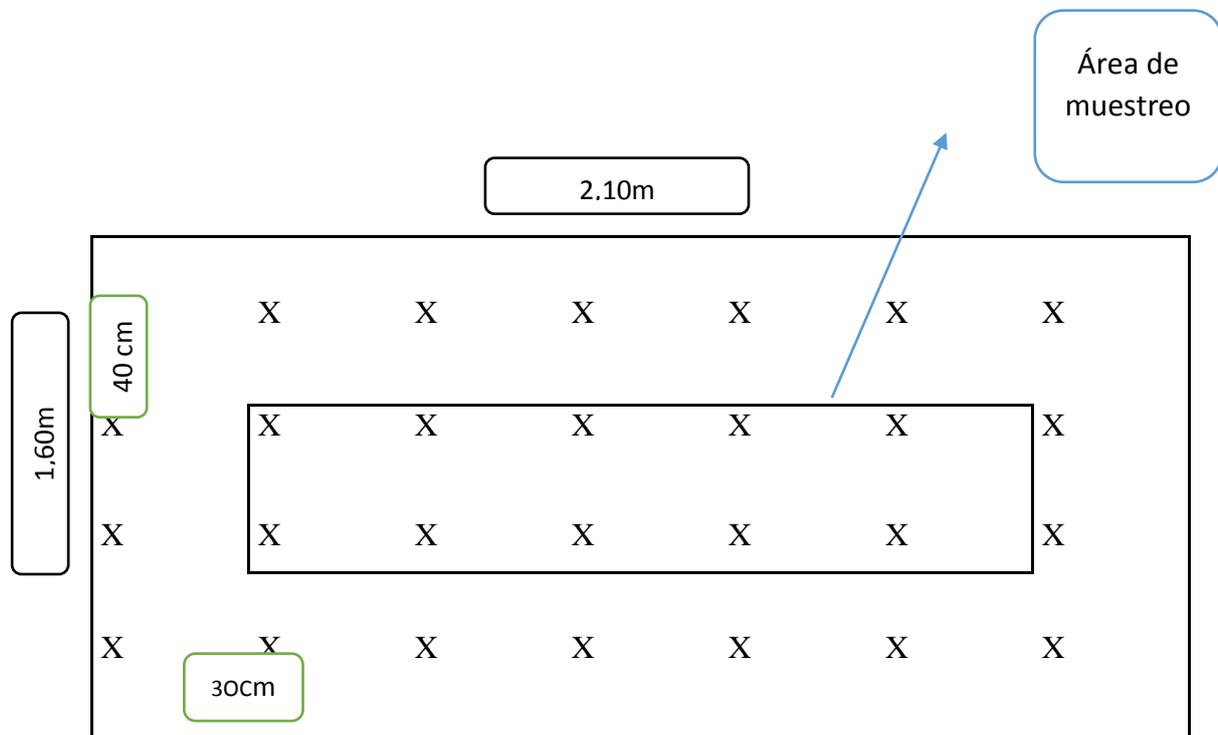


Figura 4. Esquema de las unidades experimentales de cada tratamiento.

3.4. METODOLOGÍA

3.4.1. Actividades previas a la siembra

➤ Realización del análisis de suelo

Con la ayuda de una pala se recolectaron tres muestras en zigzag en el terreno donde se estableció el cultivo, a una profundidad de 20-30 cm. La muestra se envió al laboratorio de Suelos, Aguas y Bromatología de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, para el análisis de los componentes nutricionales (Anexo 1), especialmente nitrógeno, que sirvió de base para calcular la cantidad de abono a aplicar en cada unidad experimental.

➤ Preparación del terreno

La roturación del suelo se realizó manualmente con la ayuda de un pico, azada y lampa, actividad que permitió dejarlo de manera más suelta y de esa forma facilitar el prendimiento y desarrollo de las plántulas (Anexo 2, fig.1) posteriormente con la ayuda de lampa, piola, estacas y rastrillo se construyeron las platabandas, cada una de 1.6 x 18 m, quedando lista para plantar la stevia.

➤ Trazado de parcelas

Con la ayuda de piola y estacas se cuadró el terreno, utilizando la técnica del 3, 4, 5; luego se procedió a medir el ancho de las platabandas y caminos, colocando estacas en los vértices, estacas que permitió templar la piola, que con la ayuda de palas y rastrillos se construyeron las camas o platabandas de 1.6 x 18 m. (Anexo 2, fig.2)

3.4.2. Metodología para el primer objetivo

“Establecer el mejor abono orgánico en la producción de stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni)”

Fertilización Orgánica

Para el cálculo de la dosis de cada tratamiento se utilizó la fórmula:

$$DF = \frac{DN - SNS}{\% N A}$$

Donde:

DF = Dosis de fertilizante
DN = Demanda de nutriente
SNS = Suministro de nutriente por el suelo
%NA = Porcentaje del nutriente en el abono

Realizado los cálculos, se obtuvo el siguiente resultado de dosificación por tratamiento:

Tabla 9. Cantidad de abono orgánico aplicado en los respectivos tratamientos

TRATAMIENTO	Abono orgánico	Cantidad total (kg/ha)	Cantidad(gr/unidad experimental)
T1	Nutrisano	2645.7	889.0
T2	Bocashi	2105	707.3
T3	Humus	3087	1037.2
T0	Testigo	0	0.0

Fuente: La Autora 2016

Luego de calcular la cantidad de abono a aplicar en cada unidad experimental, se esparció uniformemente sobre la misma (Anexo 2, fig.3)

Instalación del sistema de riego

Dentro del invernadero existían mangueras para riego por goteo, por lo que únicamente se reinstaló el sistema a la distancia requerida, colocando una línea de goteo por cada fila. Se constató que los goteros no se encuentren obstruidos.

Siembra

La siembra de los plantines se realizó a una distancia 30 cm entre planta y 40 cm entre hilera, dejando el cuello de la raíz a una distancia de 0.5 cm del nivel del suelo.

Las plántulas fueron adquiridas en la parroquia Malacatos. (Anexo 2, fig.4)

Riego

El riego se lo realizó en horas de la mañana durante los primeros ocho días del trasplante para acondicionar a la planta a su nuevo medio. Cada riego tuvo una duración de 15 minutos aproximadamente, posteriormente se realizó cada tres días tomando en cuenta los requerimientos y las condiciones ambientales presentes en el área y en base a los estudios de trabajos de tesis de Flores José y Lita Eliana (2011), realizados dentro del mismo campo experimental.

Deshierbas

Se realizó 3 deshierbas durante el primer ciclo del cultivo, a los 30, 75 y 120 días, impidiendo que sirvan de hospederos de plagas y enfermedades; para ello se utilizó herramientas manuales de labranza, (pala, trasplantadora, rastrillo), evitando afectar al sistema radicular del cultivo, el mismo que es superficial. (Anexo 2, fig.5)

Aporques y escardas

Los aporques efectuados se realizaron con la finalidad de lograr una mayor fijación a la planta ya que ésta tiende a caerse y se rompe muy fácilmente, se efectuaron en el mismo momento de las deshierbas, así como también las escardas, evitando con ello la formación de costras superficiales (Anexo 2, fig. 6)

Control sanitario

Se evidenció la presencia de plagas hormigas (*Formicidae*) en la etapa inicial del cultivo; mosca blanca (*Aleyrodidae*), mariquitas (*Coccinellidae*), en toda la fase del cultivo para lo cual se utilizó master 25 EC, producto piretrinoide, cuyo nombre común es Cipermetrina 25%; la dosis utilizada fue de 100 cc en 200 litros de agua. Se realizaron 3 aplicaciones durante todo el ciclo del cultivo en estudio, mismas que estuvieron en función del grado de incidencia.

En cuanto a enfermedades, de acuerdo al análisis que se realizó en el laboratorio de fitopatología de la Universidad Nacional de Loja se presentó oídium y ocurrió en el tercer mes de haber establecido el cultivo; para controlar el oídium se aplicó Azufre micronizado, fungicida a base de Azufre, en una dosis de 4-8kg/ha.

Registro de altura de la planta

Con la ayuda de un flexómetro se procedió a tomar la altura de la planta, verticalmente desde la base del cuello de la raíz hasta la parte más alta del meristema apical de la rama más alta de la planta; la altura se registró a los 30, 60, 90, 120 y 150 días después del trasplante. La medición se efectuó a 10 plantas del centro de cada unidad experimental, para luego promediar y realizar el respectivo análisis de varianza. (Anexo 2, fig.7)

Cosecha

La cosecha se realizó a los 150 días, tiempo en que las plantas iniciaron su proceso de floración, (Anexo 2, fig.8) efectuándose en las primeras horas de la mañana. Para esta actividad se utilizó tijeras de podar, cortando todo el follaje de la planta, aproximadamente a 10 cm del nivel del suelo (Anexo 2, fig.9)

El material cosechado fue depositado en fundas debidamente etiquetadas, las cuales fueron llevadas a Laboratorio de Bromatología de la Universidad Nacional de Loja, donde se procedió a separar las hojas de los tallos para su secado (Anexo 2, fig.10)

Post cosecha

Previa limpieza de las hojas, se procedió a separar las hojas de los tallos, colocándoles en bandejas plásticas, para luego ser pesado y proceder al secado en estufa a 85⁰ C por 48 horas, tiempo en que demora en mantenerse con un peso constante; posteriormente se realizó el pesaje del material seco y se hizo los cálculos del rendimiento de biomasa en base seca.

Rendimientos

Peso en verde: Se procedió a pesar la hoja de Stevia en verde, para lo cual se encera la balanza y posteriormente se anotó el peso en gramos, el mismo procedimiento se lo realizó en todos los tratamientos en estudio (Anexo 2, fig.11)

Peso en seco: Luego que las hojas de la planta estuvieron secas se procedió a registrar su peso (Anexo 2, fig.12) siguiendo el mismo procedimiento empleado para el registro del peso en verde.

3.4.3. Metodología para el segundo objetivo

“Determinar la rentabilidad económica de la mejor alternativa de producción orgánica “

Costos de producción

Para realizar el cálculo de la rentabilidad, se procedió a determinar los costos de producción para cada tratamiento, esto es costos totales (CT) igual a costos fijos (CF) más costos variables (CV); ($CT = CF + CV$). Los costos variables se calcularon por la sumatoria (Σ) de todos los ítems como: costos de plántulas, de mano de obra, de fungicidas, de insecticidas y de fertilizantes.

$$CV = \Sigma(CV1 + \dots + CVn).$$

De forma análoga se calcularon los costos fijos (depreciación de activos fijos, mano de obra permanente e intereses de la deuda), para finalmente establecer los costos totales y posteriormente los costos unitarios al dividir el costo total para la cantidad producida en kg.

$$CU = CT/KgT.$$

Los costos de producción, los ingresos y la rentabilidad se calcularon para cada tratamiento y proyectados a una hectárea.

Análisis de rentabilidad de los tratamientos

El precio de venta unitario (PVU) se estableció en base a referencias del mercado, constituyendo el mismo por debajo de la potencial competencia y, con ese valor se calculó el ingreso total (IT); $IT = PVU \times KgT$ y el ingreso neto ($IN = IT - CT$), para sobre este último calcular la rentabilidad TIR con proyección a 5 años que dura el cultivo.

Es importante destacar que no están considerados costos de comercialización y ventas por cuanto la entrega se la prevé en finca.

$$TIR = Tm + (TM - Tm) \left(\frac{VAN_{Tm}}{VAN_{TM} + VAN_{Tm}} \right)$$

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^N \frac{Ft}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

Simbología:

TIR = Tasa Interna de Retorno.

Tm = Tasa de descuento menor

TM = Tasa de descuento mayor

VAN = Valor Actual Neto

I_0 = Costo Inicial (requisito ser negativo)

F = Flujo de Fondos anuales (Ingresos – Egresos)

K = Interés de la tasa de descuento a la que se actualiza el flujo de fondos.

La TIR puede ser comparada con la tasa de interés del mercado, el costo de oportunidad del capital y la tasa de inflación:

Si la TIR es $>$ a la tasa de interés del mercado, el proyecto agropecuario es viable

Si la TIR es $=$ a la tasa de interés de mercado es indiferentes realizar o no el proyecto

Si la TIR es $<$ a la tasa de interés del mercado, la rentabilidad del proyecto no permite no siquiera cancelar los intereses normales sobre el crédito recibido.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Altura de la planta

La altura de las plantas registrada durante el cultivo para cada tratamiento y durante cinco períodos se presenta en la fig. 5.

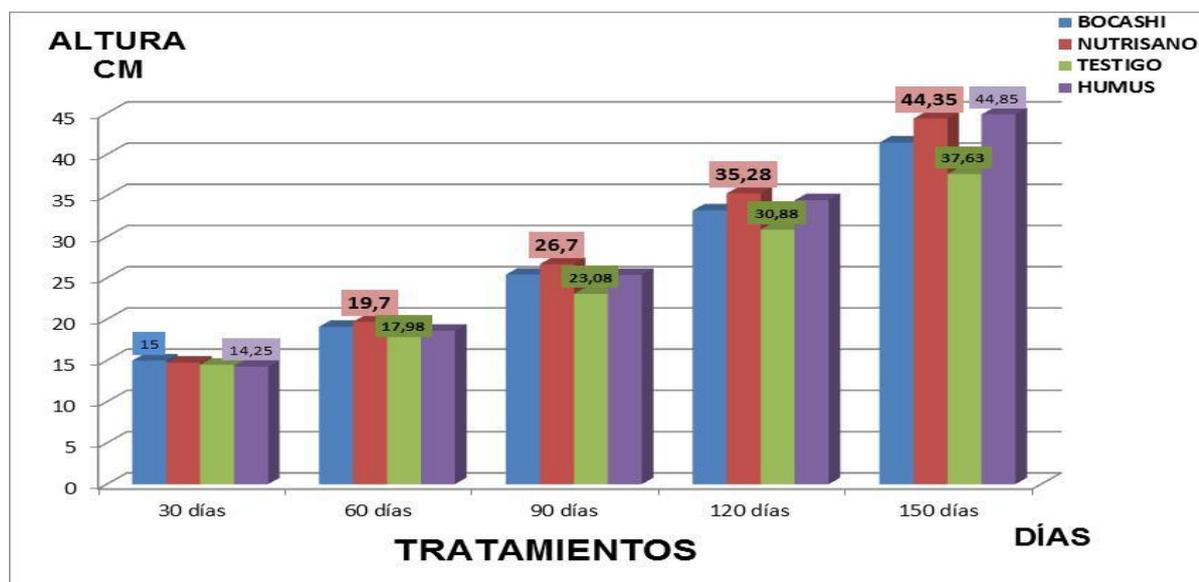


Figura 5. Altura de la planta de stevia a los 30, 60, 90, 120 y 150 días después de la siembra “La Argelia” 2016

La altura de planta a los 30 y 60 días es bastante homogénea entre los tratamientos, cuya tendencia se mantiene en el tiempo, existiendo pequeñas diferencias numéricas a los 150 días donde las mayores alturas se obtuvieron en los tratamientos T3 (humus) con 44,85 cm y T1 (nutrisano) con 44,35 cm. (Anexo 3). La menor altura se da en el testigo con 37,63 cm.

De acuerdo a la prueba de TUKEY (Tabla 10 y11), a los 30 y 150 días no existe para la variable altura diferencias estadísticas significativas. (Anexo 4 y 5).

Tabla 10. Prueba de Tukey a los 30 días

TRATAMIENTO			MEDIAS	RANGO
NRO	CODIGO	DESCRIPCIÓN		
1	T2	BOCASHI	15,00	A
2	T1	NUTRISANO	14,75	A
3	T0	TESTIGO	14,50	A
4	T3	HUMUS	14,25	A

Tabla 11. Prueba de Tukey a los 150 días

TRATAMIENTO			MEDIAS	RANGO
NRO	CODIGO	DESCRIPCIÓN		
1	T3	HUMUS	44,85	A
2	T1	NUTRISANO	44,35	A
3	T2	BOCASHI	41,45	A
4	T0	TESTIGO	37,63	A

Al comparar los valores obtenidos de altura de las plantas a los 60 días, que fueron de 19,70; 19,10; 18,60 y 17,98 cm, para nutrisano, bocashi, humus y el testigo respectivamente, están por abajo a los reportados por Amaya, P. (2010), en el estudio realizado sobre “Efecto de tres densidades de siembra y tres dosis de bioinsecticidas” obtuvo medias de 24,5 cm.

Al analizar la altura de la planta a los 90 días, los valores obtenidos son menores a los reportados por Flores J. (2011), quien ha estudiado diferentes niveles de fertilización, resultando que la dosificación 100-120-100 kg/ha de N-P-K logró 29,26 cm, trabajo realizado a una altitud de 1300 msnm y con temperaturas promedios de 20° C; pero son similares a los reportados por Pincha y Suquilanda (2007) y citado por Flores J. (2011), con promedios de 26,79 cm.

4.2. Días a la cosecha.

Respecto a los días de la cosecha, según Casaccia y Álvarez (2008) se tomó como referencia que el 50% de las plantas del área muestral hayan iniciado la floración, la misma que en todos los tratamientos se presentó a los 150 días que fue el tiempo cuando se procedió a realizar la cosecha.

El tiempo de la floración es similar a lo reportado por Flores (2011), floreciendo a los 132 días cuando aplicó Ergostín como promotor de crecimiento, en tanto que floreció a los 152 días al aplicar Citoquin.

4.3. Rendimiento de biomasa húmeda

De acuerdo a la prueba de TUKEY (Tabla 12) para la variable de biomasa húmeda, se determinó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, aunque numéricamente sí existen diferencias (fig. 6), siendo el tratamiento T2 (bocashi) el que alcanzó mayor peso con 1217,60 g por tratamiento, que corresponde a 2.52 tn.ha⁻¹, seguido del

T0 (testigo) con 1185.60 equivalente a 2.45 tn.ha⁻¹, mientras que con T3 (humus) y el T1 (nutrisano) se obtuvieron 1077.70 g (2.23 tn.ha⁻¹) y 1030.60 g (2.13 tn.ha⁻¹) respectivamente. (Anexo 6 y 7).

Los mayores rendimientos se obtuvieron con Bocashi y testigo que fueron de 2.52 y 2.45 tn ha⁻¹ respectivamente, valores que son superiores a los reportados por Vilema, L. (2010) que obtuvo un rendimiento de 1.12 tn ha⁻¹ en el primer corte, subiendo a 1.32 y a 3.22 tn ha⁻¹ en el segundo y tercer corte respectivamente, cuando evaluó cuatro dosis de humus; sin embargo, los resultados están muy por debajo de los obtenidos por Flores, J. (2011) al evaluar diferentes niveles de fertilización con N, P, K, a los 90 días con niveles de fertilización de 100-120-100 kg/ha de N-P-K, que logró 7.86 tn ha⁻¹ en el primer corte.

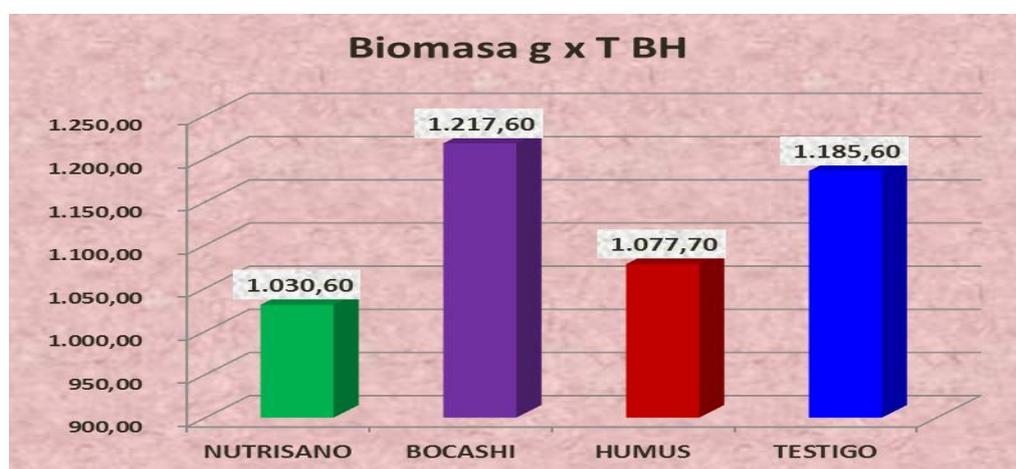


Figura 6. Rendimiento de Biomasa – Base Húmeda

Tabla 12. Prueba de tukey base húmeda

Tratamiento			Medias	Rango
Nro	Código	Descripción		
1	T2	BOCASHI	304,40	A
2	T0	TESTIGO	296,40	A
3	T3	HUMUS	269,43	A
4	T1	NUTRISANO	257,65	A

4.4. Rendimiento de biomasa seca

De acuerdo a la prueba de TUKEY (Tabla 13) para la variable de biomasa seca se constató que no existe diferencias significativas, aunque matemáticamente existen pequeñas variaciones (fig. 7), siendo el tratamiento T2 (bocashi) el que alcanzó mayor peso con 429.10.g por tratamiento (0.887 tn/ha⁻¹), seguido del T0 (testigo) con 413.30 g (0.854 tn ha⁻¹)

mientras que el T3 (humus) y el T1 (nutrisano) fueron los más bajos con 368.70 g (0.762 tn ha⁻¹) y 366.60 g (0.757 tn ha⁻¹) respectivamente (Anexo 8 y 9); Valores muy similares a los reportados por Clementelli, A. (2009), que obtuvo en promedio 0.833 t ha⁻¹ por corte, aunque ellos realizan tres cortes al año; en tanto que Vilema L. (2010) obtuvo un resultado menor que es de 0.575 tn ha⁻¹ en el primer corte.

Tabla 13. Prueba de tukey base seca

Tratamiento			Medias	Rango
Nro	Código	Descripción		
1	T2	BOCASHI	107,28	A
2	T0	TESTIGO	103,33	A
3	T3	HUMUS	92,18	A
4	T1	NUTRIS66ANO	91,65	A

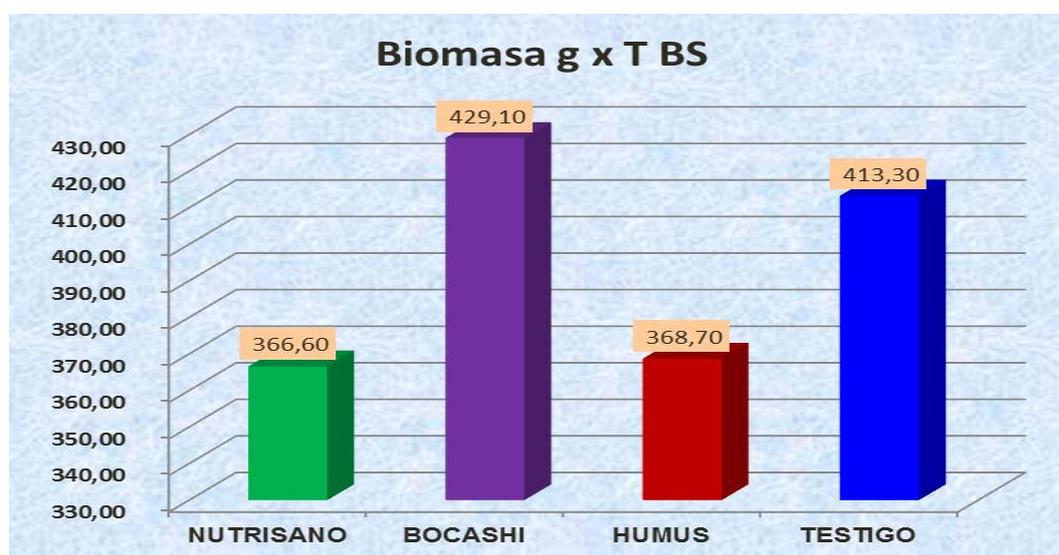


Figura 7. Rendimiento de Biomasa- Base Seca

4.5. Costos de producción en el cultivo de stevia

La Tabla 14 muestra los resultados de los costos de producción para el primer año del tratamiento T2 (Bocashi), que fue el de mayor rendimiento; similar procedimiento se efectuó para los siguientes cuatro años, (Anexo 12).

Tabla 14. Costos de producción del tratamiento T2 año 1 (bocashi)/ha

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (DÓLARES)	TIEMPO DE DEPRECIACIÓN (año)	TOTAL (DÓLARES)
A. COSTOS DIRECTOS (CD)					
1. Preparación del terreno					
Arado, cruza	Hora	3,5	20		70
Rastra	Hora	3,5	20		70
Subtotal preparación del terreno					140
2. Infraestructura					
Plástico	m ²	10000	1,5	4	3750
Madera	m ²	10000	3,5	12	2916,7
Subtotal infraestructura					6666,7
3. Riego					
Sistema de riego instalado	m ²	10000	0,4	6,0	666,7
Subtotal riego					666,7
4. Mano de obra					
Preparación de camas	Jornal	18	15		270
Siembra	Jornal	90	15		1350
Fertilización	Jornal	10	15		150
Deshierbas y aporques	Jornal	90	15		1350
Controles fitosanitarios	Jornal	6	15		90
Cosecha	Jornal	40	15		600
Subtotal mano de obra					3810
5. Insumos					
Bocashi	kg	2105	0,213		448,4
Plantines	Unidad	82644	0,05		4132,2
Kocide	kg	6	15		90,0
Azufre micronizado	kg	6	3		18,0
Subtotal insumos					4688,6
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS					15971,9
B. COSTOS INDIRECTOS (CI)					
Imprevistos (2,5% sub total CD)					399,3
Administración (5% sub total CD)					798,6
Interés (12% subtotal de CD)					1916,6
Arriendo terreno año	ha	1	600		600
SUBTOTAL COSTOS INDIRECTOS					3714,5
TOTAL COSTOS (CD+CI)					19686,4
Producción ajustada de cosecha	kg	5031,4			
Valor de venta	kg		2,8		
Ingresos totales	\$				14087,92
GANANCIA NETA (VENTA TOTAL-COSTOS TOTALES)					-5598,5

Iden cálculo para los otros años y demás tratamientos

Como se puede observar en la tabla 14, los mayores rubros de gastos para el primer año representan la infraestructura del invernadero, los plantines y la mano de obra para la siembra, dando un total de 12148.9 dólares, que representa el 61.7% del total de los costos. Estos rubros inciden directamente en el cálculo de la rentabilidad, situación que no ocurre con otras investigaciones que realizaron a campo abierto, obteniendo rentabilidades superiores.

4.6. Rentabilidad de la producción en el cultivo de stevia

Fue determinada mediante el cálculo de los costos de producción (Tabla 15) y la valoración de los ingresos por la venta de la producción referida al mercado local. Con esta información se calculó el VAN y la TIR.

Tabla 15. Rentabilidad de la producción de T2 (bocashi)/ha

Tratamiento	BOCASHI T2				
	Período Años				
Rubro	1	2	3	4	5
Costos Totales	19686,42	11157,98	11157,98	11157,98	11157,98
Ingresos Totales	14087,92	16201,11	16201,11	14087,92	12679,13
Flujo de fondos	-5598,50	5043,12	5043,12	2929,94	1521,14
FA-TM	0,5917	0,3501	0,2072	0,1226	0,0725
FF-A	-3312,72	1765,73	1044,81	359,18	110,34
TIR	67,98%				
VAN-16,5%	4.399,08				
VAN – 69%	-32,65				

Iguals cálculos se realizaron para los otros tratamientos, obteniendo los resultados que se muestran en el cuadro 16.

Al hacer la proyección de la producción para el segundo y tercer año, la producción se incrementó un 15%, mientras que para el cuarto y quinto año nuevamente se consideró la producción inicial, porcentaje que fue considerado en función de lo reportado por Vilema, L. (2010), quien obtuvo un incremento entre el primer y segundo un 19%, mientras que entre el segundo y tercer corte el incremento logrado por él, fue de **243%**.

Tabla 16. Rentabilidad de todos los tratamientos en estudio

	RENTABILIDAD
BOCASHI	67,98
TESTIGO	61,1%
HUMUS	2,4%
NUTRISANO	-21,7%

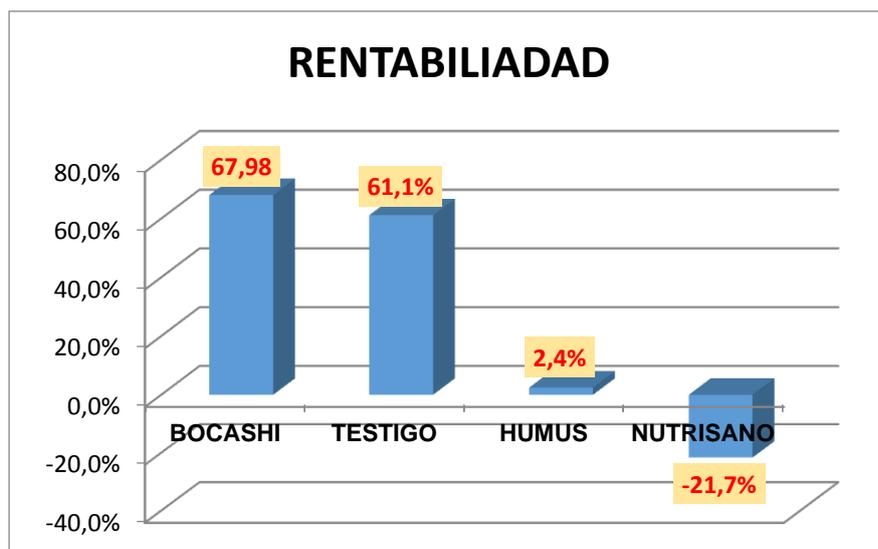


Figura 8. Rentabilidad de los tratamientos en estudio

Como se puede observar en la figura 8 la mejor rentabilidad se logró en el tratamiento T2 (Bocashi), con 67,98%, seguido del testigo T0 (testigo) con 61,1% en tanto que con el T3(humus) la rentabilidad es totalmente baja y con el nutrisano existe pérdida, aunque de acuerdo al análisis estadístico, la rentabilidad resultó ser no significativo.

Es muy difícil hacer comparaciones de costos de producción y rentabilidad con otros autores, ya que éstos están directamente relacionados con la productividad, misma que depende de factores ambientales y tecnológicos en la producción y que en los reportes mencionados son muy variados. Sin embargo si se puede afirmar que el cultivo de Stevia se constituye en una potencialidad productiva para nuestro medio, especialmente para pequeños y medianos productores.

5. CONCLUSIONES

Luego de analizar e interpretar los resultados de las variables estudiadas, se llega a las siguientes conclusiones:

- La mayor altura a la cosecha (150 días), se logra en el humus y nutrisano con 44,85 cm y 44,35 cm respectivamente, tendencias que se mantienen durante todo el ciclo del primer corte.
- La floración aparece alrededor de los 150 días de sembrada que es cuando se recomienda la cosecha, valor muy superior a los reportados en otras investigaciones, que oscilan entre 60 y 70 días, que dependen fundamentalmente a las condiciones climáticas donde se estableció el cultivo.
- Los mejores rendimientos de biomasa en base húmeda se logra con el bocashi seguido del testigo con $2.52 \text{ tn}\cdot\text{ha}^{-1}$ y $2.45 \text{ tn}\cdot\text{ha}^{-1}$ respectivamente; y en base seca, los mayores resultados se obtuvieron con los mismo tratamientos; T2(bocashi) $0.887 \text{ tn}/\text{ha}^{-1}$ y T0 (testigo) 0.854 tn ha^{-1} , aunque estadísticamente no existen diferencias significativas.
- La mayor rentabilidad que genera el cultivo de Stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) es con el tratamiento T2 (bocashi) con una tasa interna de retorno del 67.98%, aunque no existen gran diferencia con el testigo que logró el 61,1% de TIR.
- Todo esto demuestra que el mejor abono orgánico en la presente investigación y condiciones del ensayo fue el bocashi.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios similares en otras condiciones climáticas cercanas a la ciudad de Loja, que permita determinar la densidad de siembra optima y los días a la cosecha versus contenido de edulcorante Rebaudiósido, calculando la rentabilidad obtenida.
- Realizar un sondeo del mercado para el producto seco y establecer costos de producción para esta presentación.
- Incentivar emprendimientos para el cultivo de Stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) por las potencialidades productivas y medicinales.

7. BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ, (2004). Stevia Rebaudiana Bert. Universidad EAFIT. Pp. 5.

AMAYA P (2010) efecto de tres densidades de siembra y tres dosis de bioinsecticidas en el cultivo de estevia (*Eupatorium rebaudianum Bertoni*) en la parroquia tumbabiro cantón urcuqui. Tesis de ingeniero agropecuario, facultad de ingeniería en ciencias agropecuarias y ambientales, universidad técnica del norte.

ATIZ Q y Alexander S (2015). "Efecto de la aplicación de Stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*), en la fase de tuberización del cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*)."

AVILA R (2011). Nutrición mineral en plántulas de stevia (*stevia rebaudiana Bertoni*), Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Fitotecnia. Tesis de licenciatura en Chapingo, México. Pp. 59-60.

BENEFORD D. (2006). Steviol glycosides. Safety Evaluation of Certain Food Additives, WHO Food Additive Series. WHO, Geneva, pp. 117-143.

BONILLA, C, SÁNCHEZ, M (2007). Evaluación de métodos de propagación, fertilización nitrogenada y fenología de estevia en condiciones del Valle del Cauca. Acta Agronómica. 56(3):131-134.

BRANDLE J y Telmer P. (2007). Steviol glycoside biosynthesis. Phytochemistry 68:1855-1863.

BRIDEL M y Lavieille R. (1931). Sur le principe sucre des feuilles de Kaa -he-e Comp. Ac. Sc. (192), Paris, Francia, pp. 1123-1125.

CASACCIA J Álvarez E. (2008). recomendaciones técnicas para la producción sustentable del ka" a he" e (*Stevia rebaudiana Bertoni*) en el paraguay. Manual Técnico N° 8. (en línea). Asunción, Paraguay. Disponible en http://3.bp.blogspot.com/_Kn3TIUKsFnk/SUBewSHFknI/AAAAAAAAAEM/3f7uf3ootqY/s1600-h/FOTO+MANUAL.jpg. Acceso 10 enero de 2017

CERVANTES, M. (2010). Ing Téc. Agrícola y Profesor Titular del Centro de Formación Profesional Agraria E.F.A CAMPOMAR. Disponible en

http://WWW.infoagro.com/abonos_organicos.htm (consultado 17 de diciembre 2016)

CHALAPATHI M. (1999). Influence of fertilizer levels on growth, yield and nutrient uptake of ratoon crop of stevia. *Crop. Res.* 21:947-949.

CLEMENTELLI A y Zevallos R. (2009). fertilización nitrogenada mineral y orgánica en el cultivo de stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni). *Universidad, Ciencia y Sociedad*, 1, 47.

DACIW M. (2005). *Stevia rebaudiana bertoni*, Kaá- heé. Vol. 1. Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes.

DELGADO E. (2007). Estudio de pre-factibilidad para la industrialización y comercialización de la stevia. Lima - Perú: pontificia universidad católica del Perú.

DUARTE J Espínola H. (2017). Efecto de diferentes dosis de estiércol bovino en el cultivo orgánico de *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni bajo sistema de riego por goteo. *Investigación Agraria*, 18(2), 101-110.

FUNCFOS. Fundación Colombiana para el Desarrollo y el Fomento Social. 2000. Manual de la Stevia. *Stevia rebaudiana* Bertoni. Kaà-hè-è. 23 p.

FUNDACIÓN COLOMBIANA PARA EL DESARROLLO Y EL FOMENTO SOCIAL. (Funcfos) 1994. Manual de la Stevia. (en línea). Colombia.. Disponible en http://translate.googleusercontent.com/translate_c?hl=en&langpair=es%7Cen&u=http://www.scribd.com/doc/39933345/Manual.Stevia&rurl=translate.google.com&usg=ALkJr_hirv92Z_W88pU71zlnuPEktkbKOJwQ Acceso 10 de enero de 2017

FLORES J. (2011). Efecto de tres niveles de N,P,K y cuatro promotores de crecimiento en el rendimiento de *Stevia* (*Stevia rebaudiana* Bertoni) en Selva Alegre, Imbabura. Tesis de Ingeniero Agropecuario, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Universidad Técnica del Norte. pp 58.

GATICA P. (2009). Agro información sobre *Stevia rebaudiana* Bertoni. (en línea). Chillan, Chile. Disponible en

http://www.steviabiobio.cl/web/index.php?option=com_content&view=article&id=9&Itemid=2. Acceso 18 febrero 2017

- GOTO A y Clemente E. (1998) Influência do Rebaudiosídeo a na solubilidade e no Sabor do Esteviosídeo. Departamento de Química. Universidade Estadual de Maringá, Paraná, Brasil, pp. 3-5
- GUAMAN F. (2004). Mejoramiento de la fertilidad de los suelos en Zonas secas de la Provincia. Universidad Nacional de Loja. Programa de modernización de los servicios Agrícolas (PROMSA) y centro Andino de Tecnología Rural (CATER) folleto No 6 Loja Ec. P. 19.
- GUERRERO T. (1990). La Agricultura Orgánica Biológica. Ecu. Quito P. 45.
- HALE, A. 2001. Stevia rebaudiana: Propiedades, mercados y factibilidad de producción de un cultivo de venta al contado en Bolivia. USAID/Bolivia. 21p. Disponible desde Internet en: http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNACU375.pdf (con acceso el 10/01/2017).
- HOLDRIDGE L. (1967). Ecología basada en zona de vida. 1 ed. IICA. San José, C.R.
- IBARRA A. (2009). Ingeniero agrónomo, entrevista personal, dirección: Isla Fernandina N44.124, Quito, Ecuador, Teléfono: 2247875.
- INSTITUTO BOLIVARIANO de comercio Exterior.(2011).El dulce negocio de la Stevia.Comercio Exterior 19:191.
- JARAMILLO M. y Mococho C. (2009) Paquete Tecnológico Estevia (Stevia rebaudiana) Establecimiento y mantenimiento.
- JARMA A y Rengifo T. (2006). Fisiología de estevia (stevia rebaudiana Bertoni) en función de la radiación en el Caribe Colombiano, II: Análisis de crecimiento, Agron, Colomb. 24(1):38-47,
- JIMÉNEZ R and Connie M. (2015). "Plan de negocios para la producción y comercialización de té de infusión a base de Stevia rebaudiana, en Ecuador."

- LIMA F y Malavolta E. (1997). Influencia de esteviosídeo durante o desenvolvimiento de estèvia. *Pesquicia Agropecuària Brasileira*. 32(5): 489-494.
- LÓPEZ L. (2004) “Plan Estratégico Para la Creación de una Empresa Dedicada a la Producción y Comercialización de Edulcorante a Base de Stevia”. Pontificia: Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería.Colombia.
- LLANOS G. (2006). Producción y Comercialización de Stevia rebaudiana Bertoni. Portoviejo, Ecuador, pp. 1 –73.
- MAHESHWAR H. (2005). Effect of diferent levels of nitrogen and dates of planting on growht and yield of stevia (Stevia rebaudiana Bert.). University of Agricultural Sciences, Department of Horticulture. Dharwad, India.
- MOLINA R. (1998). Propiedades del Suelo. Consultado el 10/01/2017. Disponible en: www.holistika.net/agroecologia/el_huerto_ecologico/el_humus_de_lo_mbriz_o_vermicompost.asp.
- MONTEIRO R. (1982). Taxonomía e biología da reprodução de Stevia rebaudiana(Bert.) Bertoni. I Seminario Brasileiro sobre Stevia rebaudianaBertoni. IV 1. Resumos ITAL Campinas 9/82. Instituto de Tecnología de Alimentos, Sao Paulo. Pagliosa.
- MURATALLA L. (2013) Entrevista personal con experto en cultivo de Stevia rebaudiana. Noviembre 10. Colegio de Postgraduados, Mèxico.
- PADILLA J. (1998). Abonos Orgánicos y Fertilizantes químicos. Desde el Surco, España, v 9; 39 – 42,56
- PÁMIÉS J. (2007) MANUAL DE CULTIVO, REPRODUCCIÓN Y USO DE LA STEVIA REBAUDIANA. (en Línea). Argentina. Disponible en<http://www.slowfood.es/files/Link/13/MANUAL%20DE%20CULTIVO%20STEVIA.pdf>. Acceso el 22 de diciembre de 2016.
- PATIL N. (2010). Biofertilizer efecto on growth,protein and carbohyrate content in Stevia rebaudiana var, Bertoni Recent Research in Science and Technology, 2(10):42-44.

- PÉREZ G. (2008). Soberanía Alimentaria, Estevia. (En línea). Bolivia. Disponible en http://soberanialimentaria.org.bo/index.php?option=com_content&view=frontpage&Itemid=1. Acceso 22 de enero de 2017.
- PINEDA, R. (1996). Humus de Lombriz preparación y uso: Piura Perú. Ediciones monseral. P. 11. 31.32
- RAMÍREZ L. (2005). Informe agronómico sobre el cultivo de Stevia rebaudiana, la hierba dulce. Asociación Camino al Progreso. Poligrafiado. 8p
- ROBERTO E. (2001) Nuevos Cultivos. Stevia el nombre de la alternativa que promete.(en línea). Argentina. Disponible en <http://www.mercoopsur.com.ar/noticias/stevia.htm>. Acceso 10 de enero de 2017.
- ROMO J. (2006). Análisis de un proceso de adaptación de Stevia rebaudiana Bertoni (de origen paraguaya) en seis abonos orgánicos para fomentar su cultivo y mejorar rendimientos en la parroquia de Sevilla cantón Cascales Sucumbíos. ESPEA. Sucumbíos, Ecuador, pp. 1 –7; 26; 35-37.
- SAKAGUCHI M y TATSUIKO K. (1982). As pesquisas japonesas con Stevia rebaudiana (Bert.) Bertoni e o esteviosideo. Ciencia e Cultura 34(2) Fevereiro. Parana, Brasil. pp. 235-248.
- SIG, (2014). Mapa Topográfico del Área Predial de la Universidad Nacional de Loja. Sistema de Información Geográfica UNL.
- SOTO Y DEL VAL (2002) Extracción de los principios edulcorantes de la stevia rebaudiana, Revista de Ciencias Agrarias y Tecnología de los Alimentos Vol. 20 –2002, Paraguay, pp 56 –65.
- SUMIDA, T. (1980) Studies on Stevia rebaudiana Bertoni. As a new possible crop for sweetening resource in Japan. J. Cent. Agric. Exp. Sta. 31, Tokio, Japón. pp. 1-71.
- SUQUILANDA, M. (1996) Agricultura Orgánica, alternativas ecológicas Para el futuro. Cayambe. Ecu. FUNDAGRO. Ed. AVYA. YALA. P. 24 – 31.

- SHOCK, C. (1982). Experimental Cultivation of Rebaudí's Stevia in California. Agronomy Progress Report. No.122. Univ. of California. California, Estados Unidos. pp 89 – 90.
- Tawere A Effect of diferent extracts of callus and platiets of stevia rebaudiana (Bertoni) on seed germination of some agricultura crops. Afr J. Biotech 9(49) 6675-6683
- TIGRERO, J. and P. Landázuri (2009). "Stevia rebaudiana Bertoni, una planta medicinal."
- VÀZQUEZ B. (2012). Cultivo In vitro de Stevia ebaudiana Bertoni. Tesis de maestria Colegio de Postgraduados, Texcoco, Mèxico. 76 p.
- VEGA B., & Hernan, L. (2014). Estudio de pre factibilidad comercial para el cultivo de stevia dirigido al mercado externo (Bachelor's thesis, Machala: Universidad Técnica de Machala).
- VILEMA L & Albán A. (2010). evaluacion de cuatro dosis de humus para la adaptacion del cultivo no tradicional de yerba dulce (Stevia rebaudiana) en la zona de santo domingo de los tsachilas.
- VILLEGAS J. (2010). Gerente de Agroestevia, Ingenio Valdez, entrevista personal. Dirección: Cerecita
- Yadav A (2011) A revlew on the improvement of stevia (stevia rebaudiana Bertoni).Can J Plant Sci 91:1-27.
- ZUBIATE F. (2007) Manual del Cultivo de La Stevia (Yerba Dulce), Revista de Ciencias Agrarias de la Molina –Perú Vol. 1 pp 77 - 88
- <http://www.steviadelecuador.com/index.php/cultivosdestevia> (2017)
- <https://www.prefecturaloja.gob.ec> (2016)

8. ANEXOS

ANEXO 1. Análisis de suelo



LABORATORIO DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS, AGUAS Y BROMATOLOGIA
AREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Provincia:	Loja	FECHA DE INGRESO:	11-03-2016
Cantón:	Loja	FECHA DE EGRESO:	31-03-2016
Parroquia:	San Sebastián	RESPONSABLE:	Claudia Tatiana Merino Hidalgo
Sector:	Argelia		

1. RESULTADOS DE ANÁLISIS

Cód. Lab.	Cód. Cam.	Análisis Mecánico % TFSA			Textura	pH	M.O	N	P2O5	K2O
		Ao	Lo	Ac			%	ppm	ppm	Ppm
1942	1	40,2	42	17,8	Fo	6,49	2,00	61.48	657,50	143,65

2. INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS

Cód. Lab.	Cód. Cam.	Textura	pH	M.O	N	P2O5	K2O
				%	ppm	ppm	ppm
1942	1	Franco	Ligeramente ácido	Bajo	Alto	Alto	Medio



Ing. Omar Ojeda Ochoa Mg. Sc
RESPONSABLE DEL LABORATORIO



METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES
Ph	= Suelo: agua (1:2.5)	Olsen Modificado
N, P	= Colorimetría	N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn
K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn	= Absorción atómica	
Material Orgánica	= Walkley Black	A través del carbón Orgánico

ANEXO 2. Evidencias fotográficas.

FIGURA	IMAGEN	DESCRIPCIÓN
Fig 1.		Preparación del terreno 20/04/2016
Fig 2.		Trazado de las parcelas 28/04/2016
Fig 3.		Fertilización Orgánica con Bocashi 28/04/2016

<p>Fig.4</p>		<p>Siembra 29/04/2016</p>
<p>fig.5</p>		<p>Deshierba 27/05/2016</p>
<p>Fig 6</p>		<p>Aporque 27/05/2016</p>

<p>fig. 7</p>		<p>Registro de datos de las variables; Altura de la planta. 29/05/2016</p>
<p>Fig. 8</p>		<p>Registro de datos de las variables; Días a la floración 01/10/2016</p>
<p>Fig. 9</p>		<p>Cosecha de la planta de Stevia (<i>Stevia rebaudiana Bertoni</i>) 03/10/2016</p>

<p>Fig.10</p>		<p>Etiquetado 03/10/2016</p>
<p>Fig.11</p>		<p>Peso de la hoja en base húmeda 04/10/2016</p>
<p>Fig.12</p>		<p>Peso de la hoja en base seca 07/10/2016</p>

ANEXO 3. Altura de la planta de stevia a los diferentes meses.

TRATAMIENTO	BLOQUE	30 días	60 días	90 días	120 días	150 días
T1	I	19	23	29	37,2	41,1
T1	II	14	19	26,8	37,9	53,1
T1	III	12	17	24	31	39,6
T1	IV	14	19,8	27	35	43,6
T2	I	17	22	28	37,3	45,9
T2	II	14	17	21,7	30,5	39,2
T2	III	12	16	23	30	36,8
T2	IV	17	21,4	29	35	43,9
T3	I	14	17	25	32,9	42,1
T3	II	15	20	26,5	36,9	51,4
T3	III	12	16	22	30	37,4
T3	IV	16	21,4	28	38	48,5
T0	I	15	17	22	28,7	36,6
T0	II	13	15	19,3	25,8	34,9
T0	III	13	17	22	31	36,2
T0	IV	17	22,9	29	38	42,8

ANEXO 4. Análisis de varianza para altura de la planta a los 30 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura 30 DIAS	16	0,66	0,44	10,75

Cuadro de análisis de varianza (SC tipo III)

FV	GL	SC	CM	F	F _{0,05}
BLOQUE	3	42,25	14,08	5,70	0,0182
TRATAMIENTO	<u>3</u>	1,25	0,42	0,17	0,9149
ERROR	<u>9</u>	22,25	2,47		
TOTAL	15	65,75			

ANEXO 5. Análisis de varianza para altura de la planta a los 150 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA 150 DIAS	16	0,60	0,34	10,63

Cuadro de análisis de varianza (SC tipo III)

FV	GL	SC	CM	F	F _{0,05}
BLOQUE	3	139,50	46,50	2,33	0,1429
TRATAMIENTO	3	132,28	44,09	2,21	0,1568
ERROR	9	179,82	19,98		
TOTAL	15	451,59			

ANEXO 6. Peso de la hoja de stevia en base húmeda

TRATAMIENTO	PESO EN GRAMOS POR TRATAMIENTO	SUMATORIA DE LAS MEDIAS DE LOS TRATAMIENTO/G
T1B1	275,4	1030,6
T1B2	344,2	
T1B3	89,8	
T1B4	321,2	
T2B1	613,2	1217,6
T2B2	369,7	
T2B3	103,9	
T2B4	130,8	
T3B1	265,5	1077,7
T3B2	520,5	
T3B3	158	
T3B4	133,7	
T0B1	299,3	1185,6
T0B2	398,9	
T0B3	118	
T0B4	369,4	

ANEXO 7. Análisis de varianza para el peso de la hoja en base húmeda

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
PESO MH	16	0,59	0,32	45,08

Cuadro de análisis de varianza (SC tipo III)

FV	GL	SC	CM	F	F0,05
BLOQUE	3	206116,62	68705,54	4,25	0,0396
TRATAMIENTO	3	5840,68	1946,89	0,12	0,9457
ERROR	9	145421,40	16157,93		
TOTAL	15	357378,69			

ANEXO 8. Análisis de varianza para el peso de la hoja en base seca

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
P MS	16	0,58	0,29	46,79

Cuadro de análisis de varianza (SC tipo III)

FV	GL	SC	CM	F	F0,05
BLOQUE	3	25339,10	8446,37	3,97	0,0469
TRATAMIENTO	3	748,66	249,55	0,12	0,9477
ERROR	9	19157,96	2128,66		
TOTAL	15	45245,71			

Anexo 9. Peso de la hoja de stevia en base seca

TRATAMIENTO	PESO EN GRAMOS POR TRATAMIENTO	SUMATORIA DE LAS MEDIA DE LOS TRATAMIENTO/G
T1B1	86,2	366,6
T1B2	152,2	
T1B3	26,6	
T1B4	101,6	
T2B1	220,4	429,1
T2B2	117,2	
T2B3	34,5	
T2B4	57	
T3B1	85,7	368,7
T3B2	174	
T3B3	57,1	
T3B4	51,9	
T0B1	95,1	413,3
T0B2	140,1	
T0B3	42,5	
T0B4	135,6	

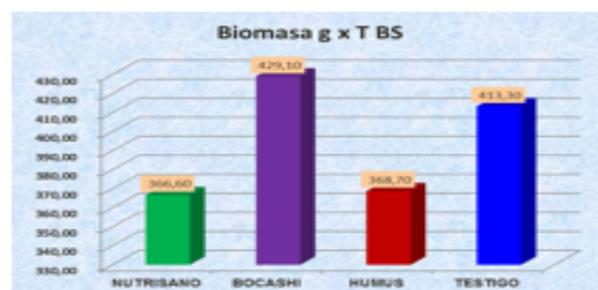
ANEXO 10. Socialización de resultados

FIGURA	IMAGEN	DESCRIPCIÓN
Fig 1.		Presentación del director de tesis Mayo 2017
Fig 2.		Personas asistentes a la socialización de resultados Mayo 2017
Fig 3.		Tesisista exponiendo los resultados Mayo 2017

ANEXO 11. Tríptico divulgativo de los resultados obtenidos.

Como se puede observar el mayor rendimiento en biomasa húmeda se obtuvo con el tratamiento T2 (bochashi) con 1217,60 g por tratamiento, que corresponde a 2.52 tn ha⁻¹, seguido del T0 (testigo) con 1185.60 equivalente a 2.45 tn ha⁻¹, mientras que con T3 (humus) y el T1 (nutrisano) se obtuvieron 1077.70 g (2.23 tn ha⁻¹) y 1030.60 g (2.13 tn ha⁻¹.) respectivamente.

Figura 3.
Rendimiento de Biomasa – Base Seca



Como se puede observar en la fig.3 el mejor rendimiento se mantiene en el T2 (bochashi) con 429.10.g por tratamiento (0.887 tn/ha-1), seguido del T0 (testigo) con 413.30 g (0.854 tn ha-1) mientras que el T3 (humus) y el T1 (nutrisano) fueron los más bajos con 368.70 g (0.762 tn ha-1) y 366.60 g (0.757 tn ha-1) respectivamente

CONCLUSIONES

Luego de analizar e interpretar los resultados de las variables estudiadas, se llega a las siguientes conclusiones:

- La mayor altura a la cosecha (150 días), se logra con humus 44,85 cm y nutrisano 44,35 cm respectivamente, tendencias que se mantienen durante todo el ciclo del primer corte.
- La floración aparece alrededor de los 150 días de siembra que es cuando se recomienda la cosecha, valor muy superior a los reportados en otras investigaciones, que oscilan entre 60 y 70 días, que dependen fundamentalmente a las condiciones climáticas donde se estableció el cultivo.
- Los mejores rendimientos de biomasa en base húmeda se logra con el bochashi seguido del testigo con 2.52 tn ha⁻¹ y 2.45 tn ha⁻¹ y 0.887 tn ha⁻¹ del T2 (bochashi) y 0.854 tn ha⁻¹ de T0 (testigo) en base seca, aunque estadísticamente no existen diferencias significativas.
- La mayor rentabilidad que genera el cultivo de Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) es con el tratamiento T2 (bochashi) con un 67.98%, aunque también no existen diferencias significativas frente a los demás tratamientos.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS
NATURALES RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TESIS:
"RESPUESTA DEL CULTIVO DE STEVIA (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) A LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA BAJO INVERNADERO, EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL LA ARCELIA"



AUTORA:
Claudia Tatiana Merino Hidalgo.

DIRECTOR:
Ing. Kleyver Chamba

Loja – Ecuador
2017

INTRODUCCIÓN

La *Stevia rebaudiana* también llamada hierba dulce o ka'a-Ha'e, es un arbusto herbáceo de la familia *Asteraceae* que mide entre 30-120 cm de altura, y es originario de los valles de Paraguay (Delgado Encinas, 2007).

Es una planta considerada medicinal que tiene efectos beneficiosos sobre la diabetes tipo II, ya que posee *glicósidos* con propiedades edulcorantes sin calorías. Su poder de edulcoración es 30 veces mayor que la sacarosa y el extracto alcanza de 200 a 300 veces más (Ramírez, 2005).

La mayor producción de *Stevia* la realiza China, con una superficie cultivada de aproximadamente 20,000 ha, comercializando el 50% de su producción en su mercado interno, 40% lo exporta a Japón y el 10% restante a Corea, Indonesia y Estados Unidos. (Jiménez y Connie 2015).

En Ecuador la *stevia*, es cultivada en pequeña escala por pocos agricultores, sin embargo se ha establecido que la empresa *Agroestevia* que pertenece al Ingenio Valdez es el mayor productor a nivel nacional; está ubicada en Cerecita y tiene 17 hectáreas de *Stevia*, aunque se encuentra ampliando su cultivo. En la provincia de Loja en especial en la zona de Quinara la producción de *stevia* es menor a una hectárea. (Tigrero and Landázuri 2009).

El uso inadecuado de los agroquímicos utilizados en la producción de *stevia* es capaz de producir una serie de alteraciones en el ambiente y en la salud humana, también disminución de la fertilidad del suelo, disminución de la fauna microbiana del suelo.

Es por ello que, el presente trabajo de investigación se realizó con el propósito de dar alternativa para la producción orgánica del cultivo de *Stevia* en el cantón Loja.

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar el efecto de tres abonos orgánicos en el rendimiento de *stevia* (*Stevia rebaudiana Bertoni*) bajo invernadero en las quintas experimental la Argelia

Objetivos Específicos

- Establecer el mejor abono orgánico en la producción de *stevia* (*Stevia rebaudiana Bertoni*).
- Determinar la rentabilidad económica de la mejor alternativa de producción orgánica

METODOLOGIA

Actividades previas a la siembra:

- > Análisis de suelo.
- > Preparación del terreno

Metodología para el primer objetivo "Establecer el mejor abono orgánico en la producción de *stevia* (*Stevia rebaudiana Bertoni*)"

- > Instalación del sistema de riego
- > Fertilización Orgánica
- > Siembra
- > Riego
- > Deshierbas
- > Aporques y escardas.
- > Control sanitario
- > Registro de altura de la planta
- > Cosecha

> Rendimientos en peso húmedo y peso seco

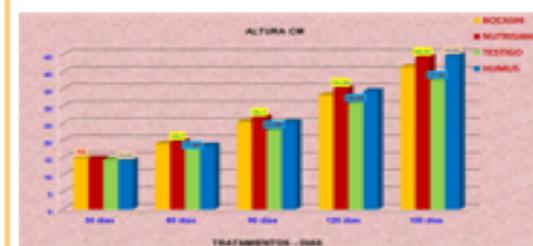
Metodología para el segundo objetivo "Determinar la rentabilidad económica de la mejor alternativa de producción orgánica"

Se realizó la contabilidad de todos los costos directos (pre siembra, siembra, labores culturales y materiales, *poscosecha*, cosecha y comercialización) e indirectos: mano de obra, insumos de cada tratamiento, lo que permitió establecer el valor de la producción en base a la cantidad de producto y el precio en el mercado.

Para el análisis de rentabilidad se determinó mediante la estimación de costos de producción por ha, luego se hizo un análisis económico de los egresos e ingresos y con ella se calculó el rendimiento, valor de la producción, costo de producción y relación B/C.

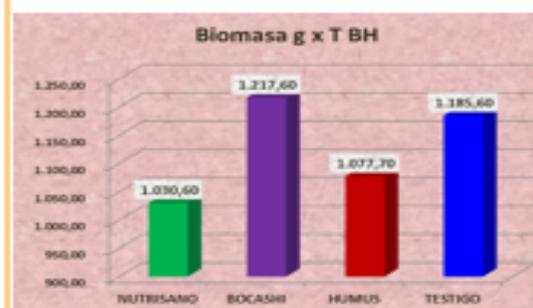
RESULTADOS

Figura 1. Altura de la planta de *stevia* a los 30, 60, 90, 120, 150 días después de la siembra Argelia 2016



Como se puede observar la altura entre los 30 y 60 días de cultivo es bastante homogénea entre los tratamientos, a partir de los 120 y 150 días se nota ya diferencia siendo los tratamientos con *nutrisano* y *humus* los que logran la mayor altura con 44,35 cm y 44,85 cm respectivamente.

Figura 2. Rendimiento de Biomasa – Base Húmeda



ANEXO 12. Costos de producción del T2 (Bocashi).

Año 2

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (DÓLARES)	TIEMPO DE DEPRECIACIÓN (año)	TOTAL (DÓLARES)
A. COSTOS DIRECTOS (CD)					
1. Preparación del terreno					
Arado, cruza	Hora	0	0		0
Rastra	Hora	0	0		0
Subtotal preparación del terreno					0
2. Infraestructura					
Plástico	m2	10000	1,5	4	3750
Madera	m2	10000	3,5	12	2916,7
Subtotal infraestructura					6666,7
3. Riego					
Sistema de riego instalado	m2	10000	0,4	6,0	666,7
Subtotal riego					666,7
4. Mano de obra					
Preparación de camas	Jornal	0	0		0
Siembra	Jornal	0	0		0
Fertilización	Jornal	0	0		
Deshierbas y aporques	Jornal	54	15		810
Controles fitosanitarios	Jornal	1,8	15		27
Cosecha	Jornal	40	15		600
Subtotal mano de obra					1437
5. Insumos					
Bocashi	kg	0	0		0,0
Plantines	Unidad	0	0		0,0
Kocide	kg	3,6	15		54,0
Azufre micronizado	kg	3,6	3		10,8
Subtotal insumos					64,8
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS					8835,1
B. COSTOS INDIRECTOS (CI)					
Imprevistos (2,5% sub total CD)					220,9
Administración (5% sub total CD)					441,8
Interés (12% subtotal de CD)					1060,2
Arriendo terreno año	ha	1	600		600
SUBTOTAL COSTOS INDIRECTOS					2322,9
TOTAL COSTOS (CD+CI)					11158,0
Producción ajustada de cosecha	kg	5786,11	2,8		16201,108
GANANCIA NETA (VENTA TOTAL-COSTOS TOTALES)					5043,1

Iden para los años 3 al 5

Cálculo de rentabilidad

Tratamiento	BOCASHI T2				
	Período Años				
Rubro	1	2	3	4	5
Costos Totales	19686,42	11157,98	11157,98	11157,98	11157,98
Ingresos Totales	14087,92	16201,11	16201,11	14087,92	12679,13
Flujo de fondos	-5598,50	5043,12	5043,12	2929,94	1521,14
FA-TM	0,5917	0,3501	0,2072	0,1226	0,0725
FF-A	-3312,72	1765,73	1044,81	359,18	110,34
TIR	67,98%				
VAN-16,5%	4.399,08				
VAN – 69%	-32,65				

Iden para los demás tratamientos