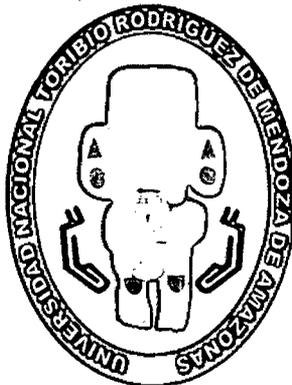


**UNIVERSIDAD NACIONAL “TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA  
DE AMAZONAS”**



**FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS AGRARIAS**

---

---

**“EFECTO DEL TIPO Y DOSIS DE FERTILIZACIÓN EN ESTEVIA  
(*Stevia rebaudiana Bertoni*) EN EL RENDIMIENTO DE HOJA SECA Y  
CRISTALES DE ESTEVIOSIDO COMERCIAL EN EL DISTRITO DE  
COPALLIN, PROVINCIA DE BAGUA, REGION AMAZONAS”**

---

---

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
AGROINDUSTRIAL**

**Autores:**

- **Bach. CHAVEZ QUINTANA Segundo Grimaldo.**
- **Bach. DIAZ SANCHEZ Dilmer**

**Asesores:**

- **M. Sc. Wagner Guzmán Castillo**
- **Ms. C. Elías Alberto Torres Armas**

**CHACHAPOYAS - PERÚ**

**2013**



### **DEDICATORIA**

A mi familia, porque con su apoyo incondicional he logrado deshacerme de muchas de mis limitaciones. Con amor y paciencia me perdonan las aún tengo y me alientan para que continúe logrando alcanzar mis metas y éxitos profesionales

A Dios por brindarme apoyo espiritual y moral, para salir adelante y guiarme por la senda del amor y la justicia.

Dilmer Díaz Sánchez

### **DEDICATORIA**

A mi familia por su apoyo incondicional en mi desarrollo profesional y a todos los profesionales de la UNTRM que contribuyeron en mi formación.

Segundo G. Chavez Quintana

## **AGRADECIMIENTO**

A todos los docentes de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, por su apoyo, guía y sugerencias durante la formulación y elaboración de la investigación.

Al M. Sc. Wagner Guzmán Castillo y Lic. C. Elías Alberto Torres Armas por su apoyo incondicional, sus asesoramientos y sugerencias brindadas durante la elaboración y ejecución del proyecto de investigación, así como para la tabulación de datos y la presentación de los mismos; y,

A todas aquellas personas que ayudaron y colaboraron de diferentes formas para mejorar el contenido y enriquecer la investigación.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL “TORIBIO RODRÍGUEZ  
DE MENDOZA” DE AMAZONAS**

**Ph. D. Dr. Hab. Vicente Castañeda Chávez.**

Rector

**Dr. Jose Roberto Nervi Chacon**

Vice Rector académico

**Dr. Ever salome Lázaro Bazán**

Vice Rector administrativo

**Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillón**

Decano de la facultad de ingeniería y ciencias agrarias

## VISTO BUENO DEL ASESOR

Yo, Wagner Guzmán Castillo, identificado con DNI. N° 06449663, con domicilio legal en el Jr. Junín 625. M. Sc. en Economía Agrícola, con Colegio de ingenieros del Perú N°:43678, actual docente Invitado de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

**DOY VISTO BUENO**, a la tesis titulada **“EFECTO DEL TIPO Y DOSIS DE FERTILIZACIÓN EN ESTEVIA (*Stevia rebaudiana Bertonii*) EN EL RENDIMIENTO DE HOJA SECA Y CRISTALES DE ESTEVIOSIDO COMERCIAL EN EL DISTRITO DE COPALLIN, PROVINCIA DE BAGUA, REGION AMAZONAS”** que estuvo conducido por los Bachilleres en Ingeniería Agroindustrial, Chávez Quintana Segundo G. y Díaz Sánchez Dilmer, para optar el título de Ingeniero Agroindustrial en la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

**Por lo tanto**

Firmo la presente para mayor constancia

Chachapoyas, 13 de Setiembre de 2013.



M. Sc. Wagner Guzmán Castillo

DNI N° 06449663

## VISTO BUENO DEL COASESOR

Yo, Elías Alberto Torres Armas, identificado con DNI. N° 18033004, con domicilio legal en el Jr. Grau N° 721, Maestro en ciencias con mención en Estadística Aplicada, actual docente adscrito a la Facultad de Ingeniería y Ciencias Exactas de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

**DOY VISTO BUENO**, a la tesis titulada **“EFECTO DEL TIPO Y DOSIS DE FERTILIZACIÓN EN ESTEVIA (*Stevia rebaudiana Bertoni*) EN EL RENDIMIENTO DE HOJA SECA Y CRISTALES DE ESTEVIOSIDO COMERCIAL EN EL DISTRITO DE COPALLIN, PROVINCIA DE BAGUA, REGION AMAZONAS”** que estuvo conducido por los Bachilleres en Ingeniería Agroindustrial, Chávez Quintana Segundo G. y Díaz Sánchez Dilmer, para optar el título de Ingeniero Agroindustrial en la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

**Por lo tanto**

Firmo la presente para mayor constancia

Chachapoyas, 13 de Setiembre de 2013.



**Ms. C. Elías Alberto Torres Armas**

**DNI N° 18033004**

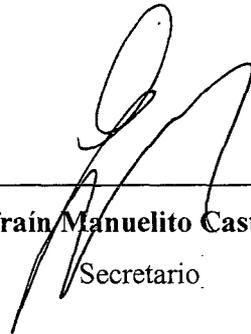
## JURADO EVALUADOR



---

**Ing. Guillermo Idrogo Vásquez**

Presidente



---

**Ing. Efraín Manuelito Castro Alayo**

Secretario



---

**Ing. Meregildo Silva Ramírez**

Vocal

## ÍNDICE

	Pag.
<i>Dedicatoria</i>	<i>i</i>
<i>Agradecimiento</i>	<i>ii</i>
<i>Autoridades universitarias</i>	<i>iii</i>
<i>Visto bueno del asesor</i>	<i>iv</i>
<i>Visto bueno del coasesor</i>	<i>v</i>
<i>Jurado evaluador</i>	<i>vi</i>
<i>Índice</i>	<i>vii</i>
<i>Resumen</i>	<i>x</i>
<i>Abstract</i>	<i>xi</i>

<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>Pág.</b>
1.1 Antecedentes .....	02
1.2 Hipótesis .....	05
1.3 Objetivos .....	05
1.4 Revisión de literatura .....	06
1.4.1 La estevia ( <i>Stevia rebaudiana Bertoni</i> ) .....	06
1.4.2 Prácticas culturales .....	08
1.4.3 Propagación y siembra .....	10
1.4.4 Prácticas culturales, cosecha y postcosecha .....	12
1.4.5 Industrialización y usos de la Estevia .....	15
1.4.6 Composición química de la hoja .....	18
1.4.7 Fertilizantes .....	20
1.4.7.1 Fertilizante orgánico .....	20

1.4.7.2 Fertilizante químico .....	20
<b>II. MATERIAL Y MÉTODO</b>	<b>Pág.</b>
2.1 Caracterización del área de estudio .....	22
2.2 Materiales y equipos .....	23
2.2.1 Plantines de estevia .....	23
2.2.2 Herramientas, materiales y equipos empleados en campo .....	23
2.2.3 Equipos de laboratorio .....	23
2.2.4 Reactivos .....	23
2.2.5 Insumos de campo .....	23
2.3 Métodos .....	24
2.3.1 Factores de estudio .....	24
2.3.2 Tratamientos .....	24
2.3.3 Diseño experimental .....	24
2.3.4 Características del experimento en campo .....	25
2.3.5 Análisis estadístico .....	25
2.3.6 Variables evaluadas .....	28
2.3.7 Rendimiento de materia fresca .....	28
2.3.8 Rendimiento de hoja seca .....	28
2.3.9 Rendimiento de tallo seco .....	28
2.4 Manejo del experimento .....	28
2.4.1 Recolección de muestra de suelo .....	28
2.4.2 Preparación del terreno .....	29
2.4.3 Formación de camas o platabandas .....	29

2.4.4 fertilización .....	29
2.4.5 Siembra .....	30
2.4.6 Deshierbo .....	30
2.4.7 Riego .....	30
2.4.8 Cosecha .....	30
2.4.9 Postcosecha .....	30
2.5 Obtención de esteviósido .....	30
<b>III. RESULTADOS</b>	
3.1 Análisis de medias .....	31
3.2 Análisis de varianzas .....	34
3.3 Modelo lineal aditivo .....	36
3.4 Rendimientos obtenidos .....	38
3.5 Rendimiento de cristales de esteviósido .....	39
<b>IV. DISCUSIÓN</b> .....	39
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	40
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	41
<b>VIII. ANEXOS</b> .....	43

## RESUMEN

La investigación se realizó en el centro poblado Cambiopitec del distrito de Copallín, provincia de Bagua, región Amazonas a 05° 35 00" Sur de latitud, 78°20 00 Oeste de longitud y 1200 msnm.

Se evaluaron dos tipos de fertilizante (orgánico e inorgánico) y tres dosis de fertilización (80, 96 y 80 kg/ha de NPK, 100, 120 y 100 kg/ha de NPK y 120, 144 y 120 kg/ha de NPK para fertilizante químico y 30, 40 y 50 TM/ha para la fertilización orgánica).

Se utilizó un diseño de parcelas divididas, con una distribución de bloques completamente al azar, en donde la parcela grande fue el tipo de fertilizante y la sub-parcela fueron niveles de fertilización. En el sitio experimental se instaló 18 unidades experimentales, cada unidad experimental tuvo 7 individuos, plantados a una densidad de 7 plantas / m<sup>2</sup>.

El análisis de varianza reveló diferencias para el tipo de fertilización mas no así para los niveles de fertilización, el mejor tratamiento con fertilización química presentó un rendimiento de 1.1 TM/ha de hoja seca y un 7.36% de esteviósido.

## ABSTRACT

The research was conducted in the Cambiopitec village, district Copallín, province of Bagua, Amazonas region at 05 ° 35 00 "South latitude, 78 ° 20 00 West longitude and 1200 m.

Evaluates two types of fertilizers (organic and inorganic) and three doses of fertilization (80, 96 and 80 kg / ha of NPK, 100, 120 and 100 kg / ha of NPK and 120, 144 and 120 kg / ha of NPK chemical fertilizer and 30, 40 and 50 MT / ha for organic fertilization).

The research used a split-plot design, with a distribution of completely randomized blocks, where the main plot was the type of fertilizer and the sub-plot were levels of fertilization. In the experimental site was installed 18 experimental units, each experimental unit had 7 individuals, planted at a density of 7 plants / m<sup>2</sup>.

The analysis of variance revealed significant differences for the type of fertilization but not for fertilization levels, the best treatment with chemical fertilization presented a performance 1.1 MT / ha of dry leaf and 7.36% stevioside.

## I. INTRODUCCION

El hombre desde los inicios de su historia ha consumido productos dulces, siendo el azúcar el edulcorante más consumido en el mundo. Sin embargo en los últimos años la demanda de edulcorantes no calóricos (diferentes al azúcar), ha permitido el desarrollo de productos sintéticos con la capacidad de reemplazar al azúcar. Por otro lado la tendencia de consumir alimentos en su estado más natural posible ha impulsado a la búsqueda de fuentes edulcorantes de origen natural que puedan ser usados de la misma manera que los edulcorantes artificiales y además con la garantía de no ser nocivos a la salud.

Uno de los edulcorantes no calóricos de origen natural es la Estevia (*Stevia rebaudiana* B.), la cual es una planta de hasta 30 veces más dulce que el azúcar y los cristales edulcorantes aislados hasta 300 veces más. Teniendo en cuenta ésta propiedad y que países como Japón, China, Brasil, Paraguay, EE.UU entre otros producen y comercializan edulcorantes a partir de estevia, resulta atractivo realizar estudios que evalúen su producción e industrialización.

Según Rojas, (2009) el Perú presenta zonas con amplio potencial para la producción de estevia, debido a condiciones de latitud que favorecen a una mayor rendimiento por hectárea y a ubicación geográfica estratégica frente a los países de la cuenca del Atlántico, ya que los principales consumidores son EE.UU y Japón. Esto sumado a la ventaja comercial de integrar la Cooperación Económica del Asia- Pacífico (APEC).

En la región Amazonas, provincia de Rodríguez de Mendoza, existen experiencias de instalaciones a escala comercial, sin embargo no prosperaron por situaciones de comercialización.

En el presente trabajo busca promocionar el cultivo de estevia, otorgando información básica sobre requerimientos mínimos y, que pueda ser tomado en cuenta en futuros estudios y por los agricultores que deseen diversificar su producción en el distrito de Copallín ubicado en la provincia de Bagua.

### **1.1. Antecedentes.**

Se registra, en 1905, como *Stevia rebaudiana Bertoni* en los libros internacionales. (Rojas, 2009).

En 1905, el químico paraguayo Ovidio Rebaudi, aisló de las hojas una sustancia extremadamente dulce y otra algo amarga, siendo el principio dulce la que más atrajo la atención. Su hallazgo lo publicó en la revista de Química y Farmacia de Buenos Aires, Argentina. (Rojas, 2009).

Rasenack, en 1908, reportó la presencia de varios edulcorantes en la estevia, Bridel y Lavieille, químico francés, pudo cristalizar el principio activo de la planta. (Rojas, 2009).

En 1921, el principio activo denominado esteviosido es registrado como una sustancia 300 veces más dulce que el azúcar, ante la Unión Internacional de Química. (Rojas, 2009).

En 1931 los químicos franceses M. Bridel y R. Lavieille lograron aislar los glucósidos que provocan su sabor, a los que llamaron esteviósido y rebaudiósido. (Andrés, 2011).

En 1971, Morita Kagaku Kogyo Co., Ltd. en Japón comenzó, por primera vez en el mundo, la producción industrial de esteviosido. Para 1977 Maruze Kasei Co; Ltd. también realizó la extracción de esteviosido en forma comercial. Este país posee más plantas procesadoras y extractoras de esteviosido en el mundo, 32 establecimientos. (Rojas, 2009).

Morita Kagaku Kogyo, patentó dos de las variedades MORITA desarrolladas por él: MORITA I (Pat. N° 16, 080, 561) y MORITA II (pat.N° 26, 031, 157). La variedad MORITA “da mayores rendimientos de hoja seca y tiene entre 70 y 80 % de rebaudiósido A. (Rojas, 2009).

Morita Kagaku Kogyo Co.,Ltd. (1971), también desarrolló la tecnología para aislar y purificar el rebaudiósido A, edulcorante 400 veces más dulce que la sacarosa. La seguridad tanto del rebaudiósido A como de los existentes edulcorantes de la estevia fue confirmado empírica y científicamente. (Rojas, 2009).

En 1971, el científico de china, Dr. Tei-fu-chen, se interesó tanto por la estevia que solicitó residencia en Paraguay y en Brasil. Ya en china, el método que utilizó para la obtención del principio activo de las hojas de estevia fue el de extracción no químico chino que eliminó el color oscuro y el gusto amargo. (Rojas, 2009).

En la década de los ochenta, la industria de alimentos de Japón inicio el uso industrial del esteviosido en una amplia variedad de aplicaciones como edulcorante de mesa, para endulzar alimentos salados, como endulzante en panadería, pastelería, cereales, yogur, helados; bebidas gaseosas, jugos de frutas, etc. La Coca Cola dietética lo contiene por casi 10 años. (Rojas, 2009).

El esteviosido con alto contenido de rebaudiósido A fueron aprobados en Japón para su uso en alimentos y medicamentos como edulcorantes sustitutos del azúcar. (Rojas, 2009).

China comenzó a producir y a usar esteviosido en 1985. Este país se ha convertido en el más grande exportador de esteviosido en el mundo, con un volumen que excede el 85% de la cantidad total y cuenta con nueve plantas industriales. (Rojas, 2009).

En Brasil entre 1981 y 1988 se patentaron las variedades de estevia: la UEM 320 y la UEM 876 (UEM, Universidad Estatal de Maringá). (Rojas, 2009).

Steviafarma industrial S.A. en Brasil (1988), se convirtió en la única y más grande empresa productora de esteviosido en el Hemisferio Occidental. (Rojas, 2009).

Steviafarma Industrial S.A. de Maringá – Brasil, en 1999, logró eliminar, a través de solventes químicos, el sabor amargo del esteviosido. (Rojas, 2009). La FDA (Food and Drug Administration) ha concluido que no existe fundamento para objetar el uso de ciertos preparados refinados de Stevia en alimentos. Éstos refinados de Stevia pueden ser legalmente vendidos y añadidos a productos alimenticios en los Estados Unidos (FDA, 2011). (Citado por Caruajulca, 2012).

En Paraguay fue presentada la primera variedad clonal de estevia; la denominada “Eireté”, el 5 de mayo del 2005, por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Es sorprendente su contenido de 21 a 23% de esteviósido totales. A fines del mismo Año

del 2005 se hizo el lanzamiento de la segunda variedad clonada de estevia conocida como “katupyry” en el Instituto Agronómico Nacional (IAN) de Caacupé (cordillera). (Rojas, 2009).

Bio-Stevia s.a. de Cali Colombia se constituyó en agosto 2001 como empresa dedicada a la producción y comercialización de endulzante de estevia bajo la marca Erba Dolce. (Rojas, 2009).

Otra empresa, Sogamoso Santander Colombia, **Dulceestevia s.a.**, cobró vida jurídica el 27 de julio 2003 y se dedica a producir extracto 100% natural de estevia. (Rojas, 2009).

La FAO y OMS en el 2007, tomaron determinaciones para certificar la “inocuidad” de estevia y, por tanto, la incluye en una lista temporal de productos aprobados para su utilización, paso previo para el definitivo pasaje al “CODEX ALIMENTARIUS”. De hecho el JECFA había admitido una “ingesta diaria” de hasta dos miligramos de esteviosido por kilo de peso corporal, lo cual abre el camino para su óptimo consumo. (Rojas, 2009).

En el Perú, el cultivo fue introducido en 1997 y un estudio en el 2004 demostró que el cultivo de la planta es viable plenamente y muy rentable en la amazonia peruana. (Rojas, 2009).

Según INCAGRO (2008); esta planta fue introducida al Perú hace una década y actualmente se ha incorporado en el portafolio de cultivos en pequeñas extensiones en Cajamarca, Amazonas, San Martín Ucayali y Apurímac de manera orgánica.

AJEPER S.A. produce, desde enero 2005, su bebida “free (Word) light”, cero calorías, endulzadas 100% con esteviosido importado de China. Además, la empresa produce “KOLA REAL” endulzadas con azúcar y esteviosido importado. (Rojas, 2009).

FRUTEX PERU S.A.C. prepara, desde junio 2007, concentrado natural de chicha morada (SAYAN) y concentrado natural de maracuyá (SAYAN) ambos productos se endulzan con esteviosido importado. (Rojas, 2009).

Chocolates para diabéticos semi-dulces, endulzados con estevia, producidos por CHOCOLATES APU EL INCA de H. Sequeiros, en Cusco Perú se ofrecen en Lima a partir del 28 de agosto 2009. (Rojas, 2009).

La empresa Stevia Bio Tech SA de Suiza, en enero del 2009, ha iniciado la implementación de un proyecto de cultivo de estevia, el cual cuenta con tierras de excelente calidad y abundante recurso hídrico, en la Región San Martín. (Rojas, 2009).

A nivel de Latinoamérica existen trabajos de investigación sobre dosis, tipo de fertilización, riego y densidad dentro de los cuales podemos citar a Jarma et al. (2005), Espitia et al. (2006), Pincha y Suquilanda (2008), Flores y Lita (2011) y Herrera et al. (2012); los cuales sirvieron de referencia para realizar este trabajo.

En la Región Amazonas según Tineo (2012), por los años 2003 y 2004, con PRONAMACHS, se hicieron algunos intentos por incentivar el cultivo de estevia en la Provincia de Rodríguez de Mendoza y Utcubamba, sin embargo la iniciativa no prosperó debido a la debilitación de la asociatividad y la falta de un mercado directo.

## **1.2. Hipótesis**

Al menos, un tipo y dosis de fertilización en el cultivo de estevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) reporta diferencia en el rendimiento de hoja seca y contenido de esteviosido comercial, en el Distrito de Copallín, Bagua, Amazonas.

## **1.3. Objetivos**

### **Objetivo general**

Evaluar el efecto del tipo y dosis de fertilización en el cultivo de estevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) en los niveles de rendimiento en hoja seca y cristales de esteviosido comercial en el distrito de Copallín, Bagua, Amazonas.

### **Objetivos específicos**

- Determinar variables que caractericen el tipo y dosis de fertilización adecuada.
- Determinar los niveles de rendimiento medidos en hoja seca comercial y cristales de esteviosido del mejor tratamiento.

## 1.4. Revisión de literatura

### 1.4.1. La Estevia (*Stevia rebaudiana* B.)

La Stevia es una planta originaria de la flora espontánea en el hábitat semiárido de las laderas montañosas de Paraguay. Las hojas han sido utilizadas por la tribu indígena Guaraní desde los tiempos pre-colombinos para endulzar los alimentos. Sin embargo, no fue sino hasta 1887 que el científico americano Bertoni la descubrió. (Andrés, 2011).

**Tabla 1. Clasificación Sistemática**

<b>División</b>	<b>Magnoliophyta</b>
<b>Clase</b>	Magnoliopsida
<b>Sub-Clase</b>	Asteridae
<b>Orden</b>	Campanulales (Asterales)
<b>Familia</b>	Asteraceae (Compositae)
<b>Genero</b>	Stevia
<b>Especie</b>	rebaudiana
<b>Nombre científico</b>	Stevia rebaudiana Bertoni

Fuente: Rojas (2003)

### Descripción Botánica

Rojas (2004) afirma que:

Es una planta fanerógama, dicotiledónea, cuyo nombre científico es *Stevia rebaudiana* Bertoni. Dicha denominación propuesta por el suizo Dr. Moisés Santiago Bertoni (1887) fue en homenaje al químico paraguayo Ovidio Rebaudi, que en 1905 fue el primero en aislar los principios dulces de la planta.

Su área de crecimiento está en el trópico de capricornio a 23° 27' latitud sur en Paraguay.

Existen 154 variedades del genero Stevia, pero solo la Stevia rebaudiana Bertoni es la única especie que contiene el factor dulce en sus hojas; sin embargo en la cuenca del rio Marañón existe la Stevia puberula (conocida como mishquina) que probablemente presente el principio edulcorante.

Los tallos de estevia se caracterizan por su contenido de “antioxidantes”, 5 veces mayor que el de té verde. Su contenido de esteviosido es menor de 3% del peso seco.

La raíz es pivotante, perenne, fibrosa, filiforme, forma abundante sepa, que apenas ramifica y no profundiza, distribuyéndose cerca de la superficie. Es el único órgano de la planta que no contiene el esteviosido.

Las hojas son pequeñas (5 cm de longitud y 2 cm de ancho), lanceoladas, cestionadas opuestos en verticilos alternados, sésiles.

La hoja tiene un agradable sabor a regaliz, y es el órgano con mayor contenido de esteviosido, 9-13% de su peso seco, siendo el promedio de 10%.los componentes dulces se encuentran entre las venas de las hojas, mientras que los principios de sabor amargo están en las venas de las mismas. (Rojas, 2009).

Las flores son hermafroditas y se hallan en capítulos pequeños (7 a 15 mm). La planta tarda un mes en producir todas las flores. En la inflorescencia el esteviosido está presente en cerca del 3% de su peso seco. El fruto es un aquenio delgado y plumoso que es fácilmente diseminado por el viento.

### **Requerimientos del Cultivo**

Requerimientos del cultivo Stevia para el mundo (2009, sec. 4.1) citado por Flores y Lita (2011) menciona lo siguiente:

Temperatura	: 15 a 30 °C
Humedad relativa	: 75 a 85%
Precipitación	: 1000 -2000 mm
Altitud	: 300-1800 msnm

Topografía	: Plana de preferencia (facilita la mecanización)
PH	: 6,5 a 7
Suelos	: De textura franco arenosa a franco, buena permeabilidad y drenaje.
Luminosidad	: 13 horas de luz día
Vientos	: Moderados

Por otro lado Rojas (2009) expone que los requerimientos son:

Temperatura	: 15 a 30 °C con medias de 20° a 24°C y extremos de -6° a 43°C.
Humedad relativa	: 75 a 85%
Precipitación	: 1400 -1800 mm al año
Altitud	: 0-1500 msnm
Topografía	: Plana de preferencia con pendientes < 5%.
PH	: 5.5 a 6.5
Suelos	: Franco arenosos o franco arcillosos.
Luminosidad	: 13 horas en su estado natural pero el trópico crece con éxito.
Vientos	: Moderados

#### 1.4.2. Prácticas Culturales

##### Selección del terreno

AGRONET (2007) citado por Flores y Lita (2011), y Rojas (2009) coinciden en que los criterios que se han de considerar en la selección de la parcela destinada al cultivo de Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni), son los siguientes:

Preferir una parcela con algunos años de uso agrícola.

Estar ubicada en la parte más elevada de la finca, para facilitar el drenaje del exceso del agua de lluvia o riego.

No haber sido cultivada en los últimos años con especies que sean atacadas por enfermedades comunes a ambas, tales como el tomate y la frutilla.

Tener un nivel moderado de materia orgánica, suelo profundo, permeable, fértil y ligeramente ácido (pH 6,5 a 7) de preferencia.

### **Preparación del terreno**

La preparación del terreno destinado a la plantación de Stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*), comprende las operaciones señaladas a continuación:

#### **Arada y rastrada**

Se deberá realizar por lo menos dos aradas y sus correspondientes rastreadas, para favorecer el prendimiento. La arada se deberá efectuar en dirección transversal a la pendiente, en forma superficial (12 a 15 cm de profundidad), seguida de una rastreada. (Rojas 2009).

#### **Preparación de camas**

Esta labor puede realizarse de forma manual o mecánica. La cama o era debe ser de 1.00 a 1.20 m, 20 a 30 m de largo y una altura de 30 cm del piso con un ancho de calle de 70 cm. (Rojas 2009).

#### **Fertilización**

Existe una gran variabilidad en las dosis recomendadas de fertilización, ya que éstas se encuentran en función de las condiciones edafo-climáticas de las plantaciones.

Como orientación cabe citar que la Ingá Stevia Agrícola Ltda., de Maringá, Estado de Paraná, Brasil, recomienda el uso de estiércol bien descompuesto mezclado con materiales fertilizantes que aporten 60kg de N, 120 kg de anhídrido fosfórico ( $P_2O_5$ ) y 60 kg de óxido de potasio ( $K_2O$ ) por hectárea. Asimismo, indica que los materiales fertilizantes citados precedentemente deben ser distribuidos "a chorrillo" en el fondo del surco de plantación y luego

cubiertos ligeramente, para evitar su contacto directo con las raíces de las plantines. Como abono de cobertura la dosis de 60 kg de nitrógeno (N) por hectárea, dividida en dos porciones, para ser aplicadas en igual número de oportunidades: se recomienda que la primera aplicación se efectúe a los 30 días, y la segunda, a los 60 días del trasplante (ibíd., sec., citado por Flores y Lita, 2011).

Rojas (2009), recomienda aplicar entre 30 y 40 Ton/Ha., de materia orgánica (estiércol de bovino) y que dentro de los elementos nutricionales que normalmente exige la planta, el potasio (K) ocupa el primer lugar, por que cumple una función muy importante, favoreciendo el rendimiento de hoja seca. El nitrógeno (N), sin embargo, aumenta el crecimiento de la planta, el número de nudos, diámetro del tallo y número de ramas, pero no influencia en un mayor rendimiento de hojas secas. El fósforo (P), por otra parte, incrementa el desarrollo floral y radicular de la planta. El cultivo no necesita muchos fertilizantes ya que un exceso favorece el crecimiento de las hojas pero no su poder endulzante.

### **1.4.3. Propagación y Siembra**

#### **Propagación por semilla**

Ségún Rojas (2009), se requiere de 5 kg de semilla/ha. El porcentaje de germinación varía entre 10 y 38% y a los 8 meses esta capacidad es casi nula. La producción de plántulas se realiza en almácigos convencionales, con cobertura.

Zubiate (2007), afirma que la propagación por siembra no es práctico para efectos comerciales, porque la planta es alógama es decir tiene fertilización cruzada y si se multiplica por semilla se obtendrá una dispersión genética obteniendo plantas disparejas: en tamaño, niveles de azúcares totales, años de vida, etc.

### **Micro-propagación, In-vitro**

Centrada en el cultivo de tejidos y propagación por meristemas.

Requiere empleo de una técnica especial para el establecimiento y adaptación al campo. Se reciben los plantines muy pequeños a raíz desnuda. Aun cuando se apliquen todos los cuidados para aclimatarlos y llevarlos a los campos definitivos, el porcentaje de supervivencia es muy bajo.

### **Por esquejes**

Es la más recomendada para este cultivo, pues se obtendrá una plantación uniforme con exactas características de las plantas madre.

Producción de esquejes: A los 30 a 40 días de iniciado el cultivo en el vivero se procede a cortar las plantas de 7 a 10 cm del suelo, empleando para ello una tijera (no oz, ni mano) para evitar daños a la planta. A los dos meses después del corte se observa que han nacido ramas laterales (esquejes), estas ramas laterales cuando tienen 8 cm de largo y un mínimo de 4 pares de hojas, están listos para ser sembrados. (Flores y Lita, 2011).

Rojas (2009), indica que en la base del tallo o bajo la tierra aparecen pequeños vástagos, muchos con sus respectivas raíces que pueden separarse y plantarse en lugar definitivo; la cantidad y calidad de brotes está directamente relacionada entre otros factores, con la edad y el manejo del cultivo que se ha de utilizar para la propagación. Por ello, se aconseja seleccionar una plantación vigorosa de 3 a 4 años de edad, los cuales pueden contar con 20 o más brotes por planta. El promedio de enraizamiento es superior al 95%.

### **Por estacas con tratamiento rizogénico**

Otra forma de propagación vegetativa es a través de estacas empleando hormonas enraizantes principalmente, método que convenientemente ajustado podría ser usado a escala comercial.

## Densidad de siembra

La densidad de siembra está condicionada por el tipo de tecnología a emplear en el cultivo en el siguiente cuadro presentamos densidades recomendadas por diferentes autores.

**Tabla 2. Densidad de siembra de estevia**

Autor	N° plantas/ha	distanciamientos	país
Flores y Lita, 2011	57 000 a 66 000	35cm a 30cm entre plantas y 50cm entre hileras	Ecuador
Rojas, 2009	140 000	20 cm entre plantas y 20 cm entre hileras	Perú
Incagro, 2008	100 000	20 cm entre plantas y 40cm a 50 cm entre hileras	Perú
Herrera et al, 2012	33 000	25cm entre plantas y 75 cm entre hileras	México

Fuente: elaboración propia

## Trasplante

Para disminuir el estrés hídrico de los plantines y aumentar el porcentaje de "prendimiento", es conveniente realizar el trasplante en días nublados y húmedos, o bien, a la mañana temprano o en las últimas horas de la tarde, evitando las horas de mayor temperatura. El suelo deberá contar con buena humedad, sea después de una lluvia, o dando un riego (Benito, 2008, citado por Flores y Lita 2011).

### 1.4.4. Prácticas culturales, cosecha y postcosecha

#### Aporque

Esta práctica todavía se encuentra discutida para la Stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*): algunos afirman que es conveniente porque evita el "encame" de las

plantas, y mejora la conservación de humedad. Otros afirman que el inconveniente es que el sistema radicular cada vez se va más arriba, haciéndose cada vez más crítica la absorción de agua y nutrientes, con sus consecuentes efectos sobre el normal desarrollo de las plantas (ibíd., Citado por Flores y Lita 2011).

### **Riegos**

El riego es fundamental en la Stevia, pues ésta no soporta períodos largos de sequía.

El riego en condiciones de campo no reemplaza totalmente el agua de lluvia, por eso es recomendable en zonas húmedas su empleo en momentos críticos de sequías esporádicas. (Rojas, 2009).

Existen muchas opiniones respecto a cuál es el sistema más adecuado para riego, pero de acuerdo a experiencias de productores, conocedores del cultivo, expertos nacionales y extranjeros en rubros similares, el sistema más adecuado es el de “goteo”. (Rojas, 2009).

### **Control de malezas**

El control de malezas al iniciar el cultivo se logra con una buena preparación del terreno y la presencia de éstas se reduce si se utiliza la solarización como método de desinfección del suelo. Luego de la siembra el control de maleza se hace en forma manual, tanto en las camas como en pasadizos, evitando lastimar las raíces de las plantas. (Rojas, 2009).

### **Control fitosanitario**

En el control fitosanitario debe utilizarse el manejo integrado de plagas y enfermedades, recurriendo a pesticidas autorizados solo en casos extremos.

### **Cosecha y Rendimientos**

Se realizará de las plantas que ya estén en terreno definitivo. Esta labor se deberá también ejecutar únicamente con tijeras. El corte se efectuará a una altura de 7-10 cm del suelo. Se acomodarán en canastas de paja, plástico o mantas y luego serán llevadas al galpón de secado (Zubiate, 2007).

Según Rojas (2009), el corte se realiza de 5 a 10 cm del suelo procurando que en promedio queden 2 a 3 pares de hojas.

La cosecha de hojas frescas en los climas tropicales y subtropicales de Perú, que cuenten con las condiciones indicadas anteriormente, se puede realizar cada dos meses. Por lo que es posible efectuar hasta seis cortes por año y alcanzar hasta 7 t/ha/año de hoja seca. En otros países como Paraguay y Brasil se efectúan 3 o 4 cortes ha/año, siendo los rendimientos mucho menores a 3 t/ha/año (ibíd., citado por Flores y Lita 2011).

### **Secado**

La cosecha empieza a la mañana bien temprano, en un día bien soleado, después de una lluvia o cuando el suelo esté bien húmedo; las ramas se van colocando sobre bolsas o algún otro material para que no estén en contacto con el suelo. Se dejan todo el día al sol y, a las 16 horas, aproximadamente, se meten las hojas cosechadas bajo techo. A la mañana siguiente, se sacan nuevamente al sol y después de 2 a 3 horas se empieza la separación de las hojas y tallos. La hoja debe estar crujiente y con un contenido de humedad de aproximadamente 10%. (Guardia, 2010. Citado por Flores y Lita, 2011).

En explotaciones de cierta extensión se justifica hacer el secado en estufas o secaderos a aire caliente, necesitando entonces menos espacio, menos tiempo y la cosecha se hace con más economía y seguridad. La temperatura de hasta 100 °C no tiene ningún impacto en la concentración del edulcorante. (Rojas, 2009).

Posteriormente se separa las hojas de los las ramas mediante mallas y luego se procede a empacarlas para su traslado a su industrialización y/o comercialización de ser el caso.

#### 1.4.5. Industrialización y usos de la Estevia

El 70 por ciento de la producción mundial se utiliza para procesar cristales de esteviosido, mientras que el 30 por ciento restante se destina a usos herbarios. Los diferentes usos de las hojas incluyen todos los productos comercializados en su estado natural (fresco o seco); los extractos de la hoja pueden ser procesados en polvo o en forma líquida (ver tabla 3). La mejor forma de usar Stevia depende de la cantidad de dulzura que se requiera en un producto y del grado de sabor licoroso del que una receta o una bebida particular se van a beneficiar. (Andrés, 2011).

**Tabla 3. Los productos derivados de estevia**

<b>TAXONOMIA</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO</b>
<b>HOJAS</b>	
<b>Hojas frescas</b>	Tienen un sabor suave y licoroso. Ésta es la forma más sencilla de estevia, en su estado más natural y no procesado. Las hojas son usadas para preparar salsas, pero resultan aún mejor en el té herbario y para el consumo directo. Las hojas no se disuelven. Se pueden comprar sueltas o en saquitos de té. Son 10 a 15 veces más dulces que el azúcar.
<b>Hojas secas</b>	Son 15 a 30 veces más dulces que el azúcar. Para secarlas solo se debe eliminar todo el agua (la manera más fácil es en un deshidratador pero en un horno con la temperatura más baja también funciona). Tienen los mismos usos que la hoja fresca y además son utilizadas en los procesos industriales para la obtención del esteviosido.
<b>Hojas molidas en polvo</b>	Pueden encontrarse a granel y en saquitos de té. De color verdoso, se las usa como un realzador del sabor y como edulcorante en el té, ensaladas, frutas, café, etc. Las hojas molidas de estevia no se disuelven.
<b>Subproductos</b>	Las partes restantes de la planta, incluyendo tallos, semillas, flores, e

	incluso hojas que no fueron seleccionadas para la industrialización, pueden ser usadas para la alimentación de animales o fertilizantes.
<b>EXTRACTOS (líquido)</b>	
<b>Extracto oscuro</b>	Un jarabe concentrado hecho de las hojas secas a base de gualtaco y alcohol. Usado como edulcorante de bebidas.
<b>Extracto claro</b>	Una solución de cristales de esteviosido disueltos en agua, alcohol o glicerina. Usado como edulcorante de bebidas.
<b>POLVOS</b>	
<b>Con 40% - 50% de glucósidos</b>	Las hojas secas se procesan a través de uno de los varios métodos de extracción, normalmente con una base de agua o alcohol etílico. El polvo resultante blanquecino tiene 40% a 50% de glucósidos dulces y es 100 veces más dulce que el azúcar. Utilizado como edulcorante de comidas y bebidas.
<b>Con 85% - 97% de glucósidos</b>	Lo mismo que el anterior pero con mayor concentración, normalmente es 200 a 300 veces más dulce que el azúcar. Se usa principalmente como edulcorante. No todos los polvos de estevia tienen la misma calidad. El sabor, la dulzura y el costo de los diferentes polvos probablemente dependerán de su grado de refinamiento y de la calidad de la planta usada.
<b>COMBINACIONES</b>	
<b>Glucósidos y sus combinaciones</b>	Se combinan los extractos de esteviosido puro con un "vehículo" (lactosa, maltodextrina, fruto – oligosacáridos, dextrosa) que permite obtener un producto fácil de medir y de un gran sabor. Es uno de los glucósidos más poderosos de estevia y se obtiene y sea como un polvo blanco o un extracto líquido. Estas mezclas son las formas más versátiles y fáciles de usar de estevia.
<b>Paquetes</b>	Normalmente contienen los mismos ingredientes que las combinaciones de estevia, solo que con una presentación más conveniente y adecuada.
<b>Tabletas</b>	Se disuelven rápidamente. Normalmente contienen esteviosido junto con otros ingredientes. Usadas como edulcorantes de bebidas.

Fuente: Andrés (2011).

**Tabla 4. Usos y aplicaciones de estevia según mercados**

<b>Mercado de la salud</b>	<b>Mercado de alimentos y bebidas</b>	<b>Mercado de los subproductos</b>
Tratamiento contra la diabetes	El edulcorante es resistente al calor (hasta 200°C), estable al ácido, incoloro y no fermenta	Producción animal: raciones balanceadas, animales de granja, caballos de carrera, piscicultura.
Acción hipoglucémica	Refuerza sabores y olores	Cosméticos: cremas, lociones, jabones
Acción cardiovascular	No tiene calorías y es natural	Agricultura: cultivos y céspedes
Acción antimicrobiana	Es un edulcorante no tóxico y no adictivo	Ambiente: descontamina de la dioxina y químicos peligrosos
Acción tónica digestiva	250 a 300 veces más dulce que el azúcar	Suelo: desinfectante de bacterias, hongos filamentosos y algas marinas
Previene la caries y retarda la placa	Edulcorante de mesa para el té, café, etc.	
Cero calorías	Fuente de antioxidantes	
Controla eczema y acné, agente curativo de la piel	Enaltecedor de bebidas alcohólicas (agente de envejecimiento y catalizador)	
Para el tratamiento de la hipertensión y el control de la presión arterial	Productos potenciales: aditivo par bebidas gaseosas, jarabes de frutas, refrescos, jugos de fruta, helados, yogures, sorbetes,	
Antagonista del calcio	pasteles, bizcochos, tortas,	
Agente bactericida	panes dulces, tartas, panificados, mermeladas, salsas, curtidos, jaleas, postres, chicles, dulces, confiterías, frutos de mar, verduras, dietas para bajar de peso, dietas diabéticas, enaltecedor de sabor, color y olor.	
Productos potenciales: enjuague bucal, pérdida de peso, pasta dentífrica, cuidado de piel, tratamientos médicos		

Fuente: Andrés (2011)

#### 1.4.6. Composición química de la hoja

Químicamente la hoja de estevia tiene el color verde más intenso que el de otras plantas normales, dicho color está en relación directa con su contenido de clorofila el cual es 3 veces mayor al de otras plantas. También se postula que la clorofila se transforma en el principio dulce. (Rojas, 2009).

En la tabla 5 se presenta los constituyentes químicos de la estevia reportados por Kinghorn y Soejarto (1985) citados por Rojas (2009).

**Tabla 5. Constituyentes químicos de la hoja de estevia**

CLASE	SUSTANCIA (% w/w máximo obtenido)
<b>Glicósidos</b>	Esteviósido (7.0); Rebaudiosido A(1.43); Rebaudiosido B
<b>Diterpenicos</b>	(0.44); Rebaudiosido C (0.4); Rebaudiosido D (0.03); Rebaudiosido (0.03); Dulcósido A (0.029); Esteviolviósido (0.04)
<b>Diterpenicos</b>	Jhanol (0.0063); Austro inulina (0.06);
<b>labdánicos</b>	6-o-acetilaustroinulina (0.15)
<b>Triterpenos</b>	Acetato de B-amirina(-); lupeol (-)
<b>Esteroides</b>	B-citosterol (-); Estigmasterol (-)
<b>Glicósidos flavonoides</b>	Rutina (0.0073); cantaureidina (-); Quercitrina (-)
<b>Taninos</b>	No identificados
<b>Aceites volátiles</b>	Porcentaje masico total 0.12%
<b>Alcanos</b>	Octano-3-ol (0.00084 ); Oct-1-en-3-ol (0.00084)
<b>Aldehídos</b>	Hexan-1-ol (0.0011)
<b>Alcoholes</b>	Alcohol bencílico (0.0012)
<b>aromáticos</b>	
<b>Monoterpenos</b>	Canfor (0.0017); 1,8- cineol (0.00084); p-cymeno (0.00084); Geraniol (0.0016); Linalol (0.0076); Limoneno (0.0012); Oxido

de linalol (0.0055);  $\alpha$ -pineno (0.00048);  $\beta$ -pineno (0.0023);  $\lambda$ -terpineno (0.00024); Terpineno-4-ol (0.0012);  $\alpha$ -terpineol (0.0054).

**Sequiterpenos**  $\lambda$ -Cadineno (0.0036);  $\delta$ -Cadineno (0.0012);  $\alpha$ -Cadinol (0.0017); tert-Cadinol (0.0028);  $\alpha$ -Calacoreno (0.0012); Calameneno (0.0018);  $\beta$ -Cariofileno (0.0013);  $\alpha$ -Copaeno (0.00012); Oxido de cariofileno (0.019);  $\alpha$ -Cubebeno (0.00012);  $\beta$ -elemeno (0.0006); Neronidol (0.031); Trans- $\beta$ -farneseno (0.00054);  $\alpha$ -humuleno (0.0029);  $\beta$ -Selineno (0.0026)

Fuente: Rojas (2009)

**Tabla 6. Análisis químico proximal foliar (AQPF) de la estevia (%)**

COMPONENTES	HOJAS DE ESTEVIA (1)	HOJA DE COCA (2)
<b>Humedad</b>	8.46	10.26
<b>Proteína</b>	18.20	18.00
<b>Extracto etéreo</b>	4.77	3.80
<b>Fibra cruda</b>	10.77	17.90
<b>Cenizas</b>	7.83	5.35
<b>ELN</b>	49.97	45.15
<b>Energía estimada, kcal</b>	275	306

(1) Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos, UNALM, Lima Perú. 06.12.2004;

(2) EL INCAA – INSTITUTO DE CULTURA ALIMENTARIA ANDINA

Fuente: Rojas (2009).

**Tabla 7: Contenido de vitaminas en estevia /100g**

VITAMINAS	HOJAS DE ESTEVIA (1)	HOJA DE COCA (2)
<b>B-Caroteno, <math>\mu</math>g</b>	170	9400
<b>Vitamina E, mg</b>	1.6	40.17
<b>Vitamina B1, mg</b>	0.04	0.73
<b>Vitamina B2, mg</b>	-	0.88
<b>Niacina, mg</b>	1.3	8.37
<b>Vitamina c, mg</b>	-	6.47

(1) Naohiko Sato 1988, President of JBB Stevia Laboratory, Ltd. Urawa City, Saitama 336, Japan.

(2) INCAA – INSTITUTO DE CULTURA ALIMENTARIA ANDINA.

Fuente: Rojas (2009).

**Tabla 8. Magnesio en algunos alimentos**

<b>Alimentos y vegetales</b>	<b>mg/100g</b>	<b>Alimentos y vegetales</b>	<b>mg/100g</b>
Hoja de estevia	500	Papas	21
Semillas de girasol	354	Higos	17
Almendras	296	Papaya	10
Soya	280	Naranja	10
Nueces	169	<b>Alimentos animales</b>	<b>mg/100g</b>
Harina de trigo integral	138	Merluza	32
Espinacas	79	Mero	31
Chocolate	65	Pierna de cordero	23
Habas	58	Jamón de cordero	18
Plátanos	29	Leche	13
Harina de trigo blanca	22	Huevos	10

Fuente: Dr. Jorge D. Pamplona Roger. 2003. Nuevo Estilo de Vida. Alimentos que Curan y Previenen. Citado por Rojas (2009).

#### **1.4.7. Fertilizantes**

##### **1.4.7.1. Fertilizante orgánico**

###### **Compost**

El compost es un compuesto con contenido alto en materia orgánica parcialmente mineralizada y humificada, que puede ser usado como abono orgánico o sustrato, que puede sufrir mineralizaciones más lentas una vez incorporado al suelo y que al final de su evolución o descomposición se transforma en humus. (Luna et al., 2010)

##### **1.4.7.2. Fertilizantes químicos**

Resultados de estudios realizados en Japón demostraron que los niveles máximos de materia seca acumulada de plantas de Stevia contienen 1.4% N, 0.3% P, y 2.4% K (Katayama et al. 1976). En Ontario la producción total de biomasa es de 7500 kg/ha, correspondiente a 26% de raíces, 35% tallos y 39% de hojas; para obtener esta biomasa óptima se requiere aproximadamente 105 kg/ha N, 23 kg P/ha. 180 kg K/ha en el suelo. La dosis de fertilizante a aplicar debe calcularse teniendo en cuenta el tipo de suelo y la necesidad de optimizar cada situación

específica. Se recomienda fertilización orgánica y mineral tomando como base 100 kg/ha de N-P-K ((Katayama et al. 1976, citados en Martínez, 2000).

### **Nitrógeno**

“Es un constituyente de los más importantes compuestos y complejos orgánicos minerales de la planta. El contenido de la planta en nitrógeno varía entre 2 y 4 % de la materia seca. De este un 80-85% corresponde a las proteínas y un 10% a los ácidos nucleicos”. “Es absorbido, tanto en forma de nítrica (ion nitrato  $\text{NO}_3^-$ ), en forma amoniacal (ion amonio  $\text{NH}_4^+$ ), siendo ambos metabolizados por la planta”. (Domínguez, 1989).

Entre sus funciones tenemos: componente esencial de los aminoácidos que forman las plantas, es necesario para la síntesis de la clorofila, y es un componente de Vitaminas y sistemas energéticos. (Flores y Lita, 2011).

### **Fosforo**

“Se encuentra en la planta en forma de orto-fosfato y, como pirofosfato. Se une a diferentes compuestos orgánicos mediante la formación de ésteres con grupos hidroxilos y el enlace con otros grupos fosfato, mediante un enlace de pirofosfato”. “La absorción es activa metabólicamente. Las plantas pueden absorber el fósforo del suelo aún con concentraciones muy bajas, siendo la concentración interior cientos e incluso miles de veces mayor. Las formas absorbidas de fósforo son los iones fosfato mono ( $\text{PO}_4 \text{H}_2^-$ ), y bibásico ( $\text{PO}_4 \text{H}^-$ ). (Flores y Lita, 2011).

Entre sus funciones tenemos: Fotosíntesis y respiración, transferencia y almacenamiento de energía (ATP) y características hereditarias, división y alargamiento celular, formación de semillas, y resistencia a bajas temperaturas.

### **Potasio**

“El potasio permanece en estado iónico en la planta, equilibrando aniones y es muy móvil dentro de la planta. Las membranas celulares tienen baja permeabilidad para el potasio, pese a que es absorbido fácilmente y en cantidades

considerables. La velocidad de la absorción es controlada por la concentración interna de potasio y a su vez por la turgencia de la célula. Una vez absorbido los iones potasio, pasan a través de las células corticales hacia el xilema, siendo transportado principalmente hacia los tejidos jóvenes en crecimiento (Flores y Lita, 2011).

Entre sus funciones se tienen: no forma compuestos orgánicos dentro de la planta, es vital para la fotosíntesis y síntesis de proteínas, está asociado con otras funciones metabólicas y activa la enzima que regula la síntesis de almidón (Domínguez, 1989).

## **II. MATERIAL Y METODOS**

### **2.1. Caracterización del área de estudio**

Región	: Amazonas
Provincia	: Bagua
Distrito	: Copallín
Centro poblado	: Cambiopitec
Latitud	: 05° 35 00" Sur
Longitud	: 78°20 00 Oeste
Coordenadas u. T. M.	: 9372000 N 788000 e
Altitud	: 1,200 m.s.n.m.
Región natural	: Rupa rupa - Selva Alta
T promedio	: 18- 24°C
Precipitación	: 800 -1200 mm/anuales aproximadamente

## **2.2. Materiales y equipos empleados**

### **2.2.1. Plantines de estevia**

Se trabajó con plantines de estevia (*Stevia rebaudiana B.*), multiplicados en laboratorio de Biología a partir de plantines MORITA II adquiridos de la Universidad Agraria La Molina.

### **2.2.2. Herramientas, materiales y equipos empleados en campo**

Balanza digital, palana de corte, lampas, machetes, tijera de podar, bolsas plásticas, plástico anti uv, tubos pvc ½, estacas e hilo de nylon.

### **2.2.3. Equipos de laboratorio**

Balanza digital MODEL ES – 300A, equipo rota vapor, secador de bandejas, estufa RAYPA, refrigerador LG convencional, potenciómetro, centrifuga GREETMED MODEL GET 119-300, además se emplearon los instrumentos necesarios para realizar los procesos de macerado, filtrado, purificación, sedimentación, secado (vasos de precipitación, tubos de ensayo, bagueta, matraz, pera de decantación, placas Petri etc.) a fin de determinar el contenido aproximado de esteviósido comercial.

### **2.2.4. Reactivos**

Carbonato de calcio, agua des ionizada, hidróxido de calcio, sulfato de aluminio, carbón activado.

### **2.2.5. Insumos de campo**

Fertilizantes (urea, fosfato de amonio y sulfato de potasio como fuentes de N, P, K respectivamente).

Compost (producido en el módulo SIPIAG / INDES-CES)

## 2.3. Métodos

### 2.3.1. Factores de estudio

#### A. Tipo de fertilizante (Parcela grande)

1. Fertilizante químico en base a N, P, K (a1)
2. Fertilizante orgánico (compost). (a2)

#### B. Dosis de fertilización

##### a1: Abono inorgánico

Nivel 1: 80, 96 y 80 kg/ha de N, P, K, respectivamente (b1)

Nivel 2: 100, 120 y 100 kg/ha de N, P, K, respectivamente (b2)

Nivel 3: 120, 144 y 120 kg/ha de N, P, K, respectivamente (b3)

##### a2: Abono orgánico

Nivel 1: 30 TM de compost/ ha (b1)

Nivel 2: 40 TM de compost/ ha (b2)

Nivel 3: 50 TM de compost/ ha (b3)

### 2.3.2. Tratamiento

Se evaluó 6 tratamientos resultantes de la combinación de dos tipos de fertilización (I, O) y tres dosis de fertilización. (Ver tabla N°9), adicionalmente se instaló un tratamiento testigo.

### 2.3.3. Diseño experimental

Se utilizó un diseño de Parcelas Divididas con una distribución de bloque completamente al azar, en donde la parcela grande fue el tipo de fertilizante empleado y las subparcela o parcelas pequeñas las dosis de fertilización. Se trabajó bajo tres boques o repeticiones.



**Tabla 9. Diseño de parcelas**

<b>Parcela grande</b>	<b>Sub parcela</b>	<b>Nivel</b>
<b>I (a1)</b>	b1	80, 96 y 80 kg/ ha de (N,P ,K)
	b2	100, 120 y 100 kg/ ha de (N,P ,K)
	b3	120, 144 y 120 kg/ ha de (N,P ,K)
<b>O (a2)</b>	b1	30 TM de compost/ha
	b2	40 TM de compost/ha
	b3	50 TM de compost/ha

Fuente: Elaboración propia

#### **2.3.4. Características del experimento en campo**

Repeticiones	: 3
Tratamientos	: 6
Área total	: 60 m <sup>2</sup>
Área experimental	: 34 m <sup>2</sup>
Forma de la UE	: rectangular
Tamaño de la UE	: 1 m <sup>2</sup> (2 m de largo por 0.5 m de ancho)
N° plantas por UE	: 7
Densidad de plantación:	70 000 / ha
Distancia entre camas	: 45 cm

#### **2.3.5. Análisis estadístico**

Esquema de análisis de varianza, conforme señala Arroyo (2000), la distribución de los grados de libertad de las fuentes de variación se presentan en la tabla 10.

**Tabla 10. ANVA para parcelas divididas**

Fuente de variación	Grados de libertad	
Repeticiones	(r-1)	= 2
Tipo de abonamiento(A)	(a-1)	= 1
Error (a)	(r-1)(a-1)	= 2
Dosificación(B)	(b-1)	= 2
A X B	(a-1)(b-1)	= 2
Error (b)	a(r-1)(b-1)	= 8

Fuente: elaboración propia

**El modelo lineal aditivo:**

En un modelo de parcelas divididas (Split plot), para dos factores, en donde los niveles de los factores no se pueden combinar en su totalidad, el modelo lineal aditivo se representa de la siguiente manera. (Arroyo, 2000).

$$Y_{ijk} = \mu + Y_k + \alpha_i + (Y\alpha)_{ki} + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = rendimiento en hoja seca comercial del i-ésimo nivel del factor A (tipo de abonamiento), j-ésimo nivel del factor B (dosis de abonamiento) y la k-ésimo repetición (tres repeticiones).

$\mu$  = media de la población.

$Y_k$  = efecto de la k-ésima repetición (tres repeticiones).

$\alpha_i$  = efecto del i-ésimo nivel del factor A (tipo de abonamiento).

$\beta_j$  = efecto del j-ésimo nivel del factor B (dosis de abonamiento).

$(Y\alpha)_{ki}$  = componente aleatorio del error, asociado con el i-ésimo tratamiento de la parcela grande (tipo de abonamiento) en la k-ésimo repetición (error (a), ver tabla N° 11).

$(\alpha \beta)_{ij}$  = interacción del i-ésimo nivel del factor A con el j-ésimo nivel del factor B

$\epsilon_{ijk}$  = componente aleatorio del error, asociado con la ij-ésima subparcela en la k-ésimo repetición (error (b), ver tabla N° 12)

### **Supuestos del modelo lineal aditivo**

Supuesto 1. El modelo de regresión es lineal en los parámetros.

Supuesto 2. Los valores de las regresoras, las X, son fijos, o los valores de X son independientes del término de error. Aquí, esto significa que se requiere covarianza cero entre  $\epsilon_{ijk}$  y cada variable X.

Supuesto 3. Para X dadas, el valor medio de la perturbación  $\epsilon_{ijk}$  es cero.

Supuesto 4. Para X dadas, la varianza de  $\epsilon_{ijk}$  es constante u homoscedástica.

Supuesto 5. Para X dadas, no hay autocorrelación, o correlación serial, entre las perturbaciones.

Supuesto 6. El número de observaciones n debe ser mayor que el número de parámetros por estimar.

Supuesto 7. Debe haber variación suficiente entre los valores de las variables X. También se incluyen los siguientes tres supuestos en esta parte del texto:

Supuesto 8. No hay colinealidad exacta entre las variables X.

Supuesto 9. El modelo está correctamente especificado, por lo que no hay sesgo de especificación.

Supuesto 10. El término estocástico (de perturbación)  $\epsilon_{ijk}$  está normalmente distribuido.

Según Gujarati y Porter (2010), los supuestos seis (6) y siete (7) no son considerados generalmente, por considerarlos características implícitas.

### **2.3.6. Variables evaluadas**

Las variables evaluadas son el rendimiento en materia fresca, hoja seca comercial y tallo seco.

Debido a su importancia agroindustrial al mejor tratamiento en hoja seca comercial se extrajo el esteviosido a fin de dar a conocer su potencial de industrialización.

### **2.3.7. Rendimiento de materia fresca**

Se realizó el momento del corte (a los 90 días después del trasplante). Se midió el peso en fresco de cada una de las unidades muestrales (planta) en una balanza digital.

### **2.3.8. Rendimiento de hoja seca**

Las ramas frescas fueron puestas al sol por 12 horas, luego fueron trasladadas a laboratorio y se estandarizó el contenido de humedad entre 11 y 12%, luego se procedió a separar las hojas del tallo y pesaron en con la ayuda de una balanza digital, anotando su peso en gramos.

### **2.3.9. Rendimiento de tallo seco**

Análogamente al procedimiento anterior se midió el peso de tallo en gramos.

## **2.4. Manejo del experimento**

### **2.4.1. Recolección de muestra de suelo**

Antes de iniciar los trabajos se realizó un muestreo de suelo; tomándose sub-muestras en zigzag y a 20 cm de profundidad con la ayuda de una palana de corte, luego estas sub muestras fueron mezcladas, tamizadas y secadas, luego se envió a su análisis en Instituto de Investigaciones para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva INDES- CES.

El resultado de análisis de suelo presenta un 0.04 C.E (1:1) lo que indica que es un suelo muy ligeramente salino; (ms/cm), pH de 4.7 fuertemente ácido, Ca +

Mg 9.5 (meq/100g), 1.36 ppm de N, 0.65 ppm de P (muy bajo) y 73 ppm de K (bajo). (ver resultado de análisis en anexos).

#### 2.4.2. Preparación del terreno

Con 30 días de anticipación al trasplante, se realizó la eliminación de malezas, y movimiento del suelo con la ayuda de una lampa. 15 días después se realizó otro movimiento del suelo a fin de facilitar la preparación de camas.

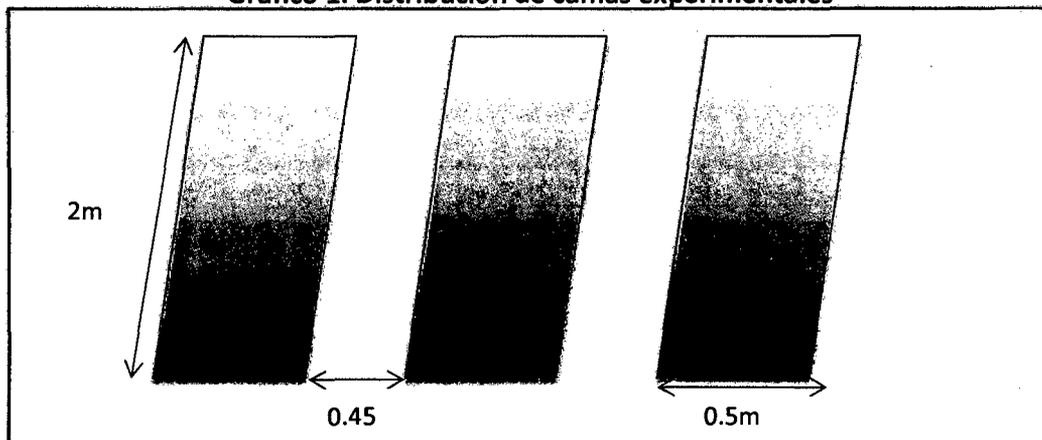
#### 2.4.3. Formación de camas o platabandas

Se formaron camas rectangulares a favor de la pendiente de 2 m de largo por 0.5 m de ancho, 0.25 m de alto y una separación de cama a cama de 0.45 m, tal como se ve en el grafico 1.

#### 2.4.4. Fertilización

Se realizó la fertilización tal como indican los tratamientos y una distribución randomizada. El fertilizante se aplicó a chorro continuo en surcos de 5 cm de profundidad procurando aplicar la mitad del fertilizante nitrogenado en la siembra y la otra parte dos meses después.

**Grafico 1. Distribución de camas experimentales**



Fuente: elaboración propia

#### **2.4.5. Siembra**

Se instalaron plantines de 10 cm aproximadamente, para lo cual se hizo hoyos de 5 cm aproximadamente; se distribuyeron 7 plantines por cama procurando formar una hilera al centro de las mismas obteniéndose distanciamientos de planta a planta y a borde de cama 0.25 m.

#### **2.4.6. Deshierbo**

Las deshierbas se realizaron de forma manual y periódica a fin de mantener el cultivo limpio.

#### **2.4.7. Riego**

Este experimento se realizó bajo secano, debido a la naturaleza de la zona (época lluviosa).

#### **2.4.8. Cosecha**

Se realizó el inicio de la floración, empleando tijeras de podar. Se realizó un corte a 4 cm del suelo y se procedió a registrar el peso de cada planta.

#### **2.4.9. Post cosecha**

Las ramas cosechadas se expusieron al sol durante 12 horas en la ciudad de Bagua Grande, luego fueron llevadas a laboratorio y secadas en un secador de bandejas a fin de estandarizar su contenido de humedad (11-12%).

### **2.5. Obtención de estevósido**

Los procesos de obtención de cristales de estevósido comercial están en base al método propuesto por Delgado (2003). (ver anexo).

Debido a resultados preliminares de análisis de varianza, se decidió realizar la obtención de estevósido comercial del tratamiento con fertilizante químico y la tercera dosis (a1b3) ya que éste tipo de fertilización resulta ser ampliamente superior a la fertilización orgánica y esta dosis a su vez la que mayor rendimiento reporta.

### III. RESULTADOS

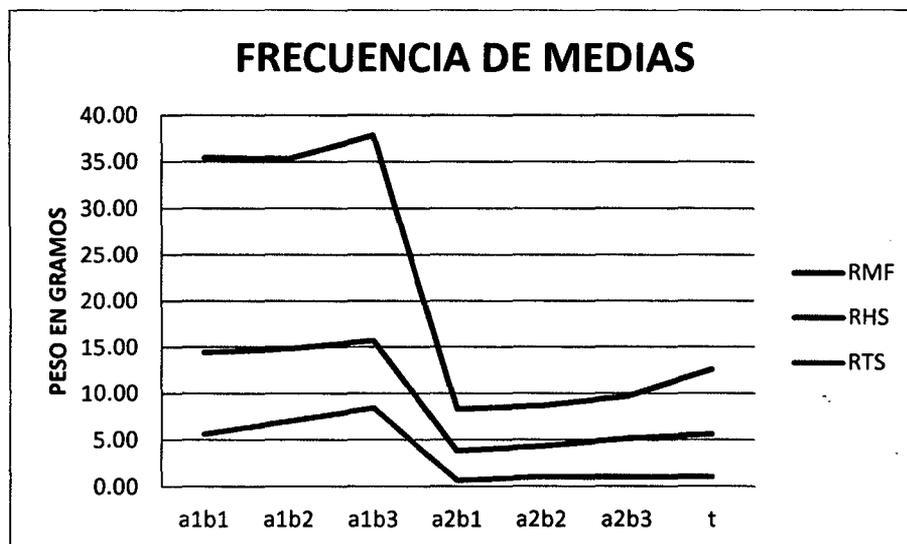
Si bien es cierto el objetivo de este estudio es evaluar la influencia de los tratamientos en el rendimiento en hoja seca comercial (RHS) y cristales de esteviósido. Para una mejor comprensión de los resultados en hoja seca comercial (11-12 % de humedad) se evalúan también el rendimiento en materia fresca (RMF) y rendimiento en tallo seco (RTS).

#### 3.1. análisis de medias

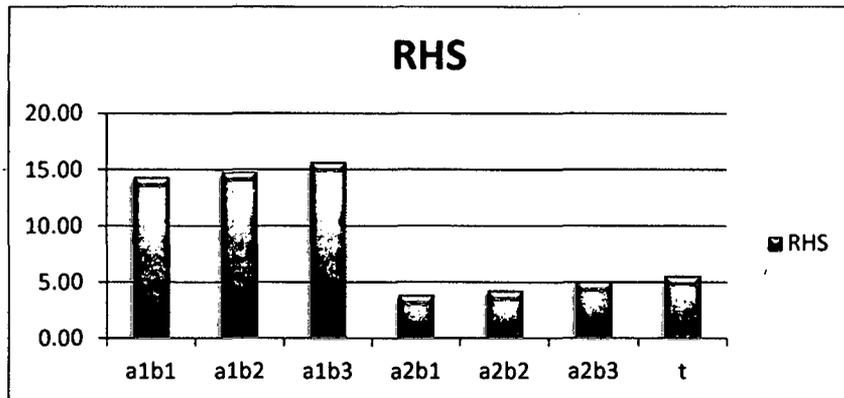
En el cuadro siguiente podemos observar que el tratamiento a1b3 (fertilizante químico, 120, 144, 120 NPK) presenta los mayores rendimientos en materia fresca, hoja seca y tallo seco.

Adicionalmente se incluye los rendimientos del tratamiento control, en donde observamos que no presenta diferencias con los tratamientos a base de abono orgánico e incluso es ligeramente superior (el diseño Split plot no permite la inclusión de testigo).

Grafico 2. Curva de rendimientos

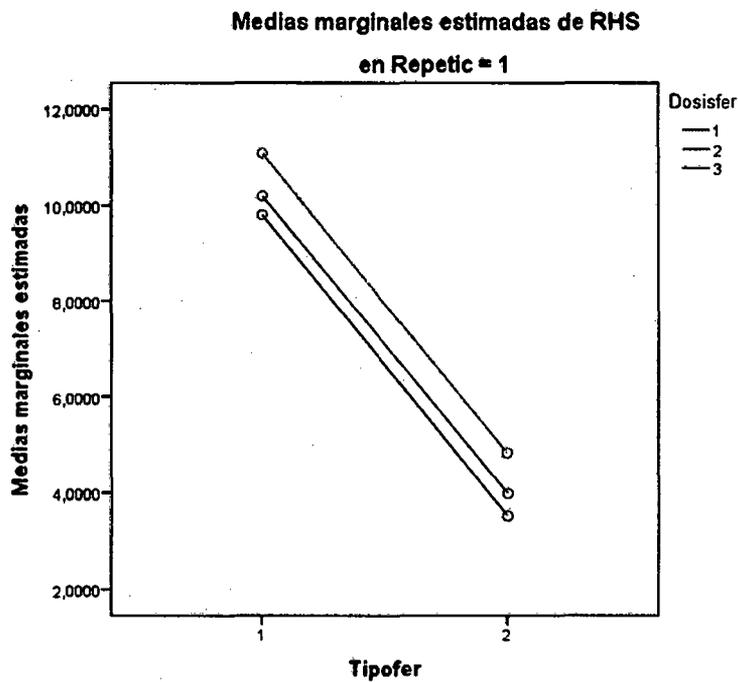


**Grafico 3. Rendimiento en hoja seca comercial al 12% de humedad**



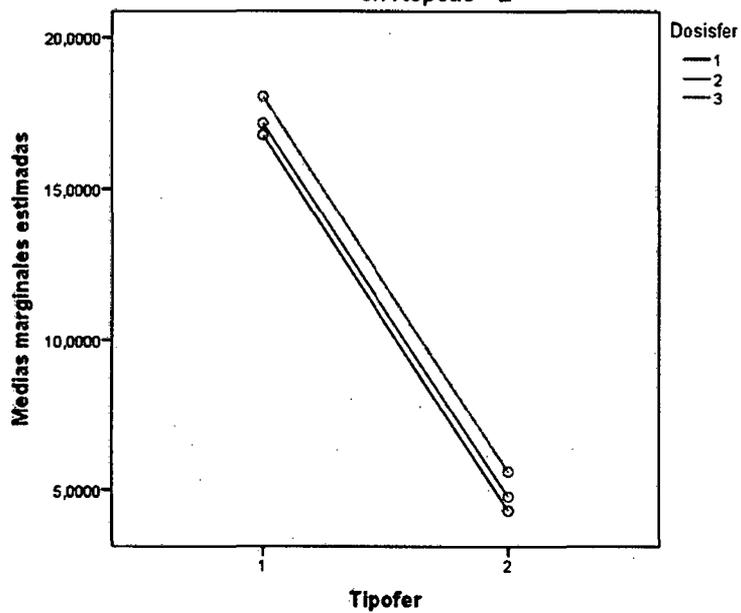
Las medias marginales del rendimiento en hoja seca comercial (RHS), presentada en los gráficos 4, 5, 6 y 7 evidencian una gran diferencia entre los niveles del factor A (tipo de fertilizante).

**Grafico 4.**



**Grafico 5.**

**Medias marginales estimadas de RHS  
en Repetic = 2**



**Grafico 6.**

**Medias marginales estimadas de RHS  
en Repetic = 3**

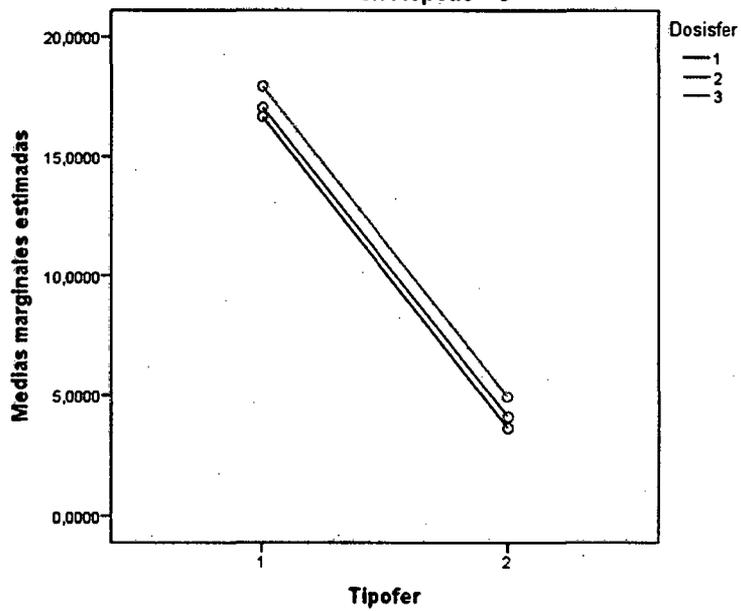
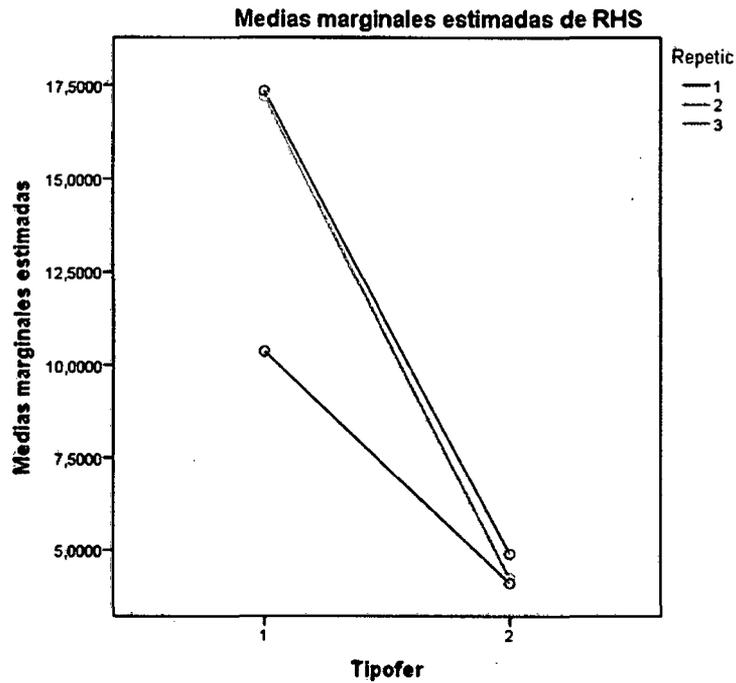


Grafico 7.



### 3.2. Análisis de varianzas

Con ayuda del software estadístico IBM SPSS Statistics 20 se calculó el análisis múltiple de varianzas o MANOVA por sus siglas en ingles.

Tabla 11. Salida MANOVA dada por el SPSS para rendimiento en materia fresca (RMF)

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Origen		Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
Modelo corregido	RMF	3876,695 <sup>a</sup>	9	430.744	19.460	.000	
	RHS	603,920 <sup>b</sup>	9	67.102	22.615	.000	
	RTS	188,772 <sup>c</sup>	9	20.975	67.996	.000	
Intersección	RMF	9119.757	1	9119.757	412.012	.000	
	RHS	1691.048	1	1691.048	569.920	.000	
	RTS	280.930	1	280.930	910.727	.000	
Repetic	RMF	301.349	2	150.675	1.457	.400	NS

	RHS	54.749	2	27.374	1.305	.400	NS
	RTS	4.695	2	2.348	1.191	.400	NS
Tipofer	RMF	3353.267	1	3353.267	32.429	.040	*
	RHS	502.055	1	502.055	23.936	.040	*
	RTS	168.139	1	168.139	85.267	.020	*
Tipofer * Repetic	RMF	206.805	2	103.403			
	RHS	41.950	2	20.975			
	RTS	3.944	2	1.972			
Dosisfer	RMF	13.513	2	6.756	.305	.745	NS
	RHS	5.162	2	2.581	.870	.455	NS
	RTS	7.437	2	3.719	12.055	.004	**
Tipofer * Dosisfer	RMF	1.761	2	.881	.040	.961	NS
	RHS	.005	2	.002	.001	.999	NS
	RTS	4.557	2	2.279	7.387	.015	*
Error	RMF	177.077	8	22.135			
	RHS	23.737	8	2.967			
	RTS	2.468	8	.308			
Total	RMF	13173.530	18				
	RHS	2318.705	18				
	RTS	472.169	18				
Total corregida	RMF	4053.773	17				
	RHS	627.657	17				
	RTS	191.240	17				

a. R cuadrado = ,956 (R cuadrado corregida = ,907)

b. R cuadrado = ,962 (R cuadrado corregida = ,920)

c. R cuadrado = ,987 (R cuadrado corregida = ,973)

Las repeticiones empleadas en el diseño resultan no significativas para los tres análisis realizados, esto quiere decir que no ayudaron a mejorar la precisión del experimento.

Con un 95% de confianza se rechaza H0 de igualdad en el tipo de fertilizantes para los tres análisis realizados.

Para los niveles de fertilización en RMF y RHS se tienen significancias  $> 0.05$ , por lo tanto para estos dos análisis se acepta H0 de igualdad entre niveles de fertilización; sin embargo en RTS se tiene una significancia  $< 0.05$ , lo que indica que aquí si existe diferencias entre los niveles.

La significancia en la interacción Tipofer\*Dosisfer es  $> 0.05$  para RMF y RHS, esto indica que no existen diferencias significativas del efecto de la interacción; sin embargo, en RTS se tiene una significancia  $< 0.05$  por lo tanto se rechaza H0 de igualdad para la interacción.

El R ajustado = .907, .920 y .973 para RMF, RHS y RTS respectivamente indican que el Ajuste del modelo de Parcela Dividida ha sido muy adecuado para el análisis de datos.

Debido a que solo encontramos diferencias significativas en el tipo de fertilizante aplicado, y teniendo este solo dos niveles, no justifica realizar pruebas adicionales de comparaciones múltiples y basta con observar las medias encontradas.

### 3.3. Modelo lineal aditivo

**Tabla 12. Resumen del modelo<sup>b</sup>**

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson
1	.930 <sup>a</sup>	.866	.837	2,4530332	2,629

a. Variables predictoras: (Constante), Repetic, Dosisfer, Tipofer

b. Variable dependiente: RHS

En la tabla 12, se observa un coeficiente de correlación de .930 lo cual indica una elevada dependencia de la variable dependiente en función de las variables explicativas. El valor de R<sup>2</sup> corregida nos indica que el 83.7 % de la variabilidad del rendimiento en hoja seca se debe o se explica por la influencia de las variables explicativas.

El estadístico de Durbin-Watson, 2.629 se aproxima a 2, lo que indica que los términos de los residuos no están correlacionados entre sí (se demuestra la independencia de los residuos).

**Tabla 13. ANOVA<sup>a</sup> modelo**

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	543,414	3	181,138	30,103	,000 <sup>b</sup>
Residual	84,243	14	6,017		
Total	627,657	17			

a. Variable dependiente: RHS

b. Variables predictoras: (Constante), Repetic, Dosisfer, Tipofer

En la tabla 13 observamos que el análisis de varianza en conjunto resultan significativas, es decir se rechaza la hipótesis H0 conjunta.

**Tabla 14. Coeficientes<sup>a</sup>**

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.	Intervalo de confianza de 95,0% para B	
	B	Error típ.	Beta			Límite inferior	Límite superior
	(Constante)	20,766	2,712				7,657
1 Tipofer	-10,563	1,156	-,894	-9,134	,000	-13,043	-8,082
Dosisfer	,644	,708	,089	,909	,379	-,875	2,163
Repetic	1,741	,708	,241	2,459	,028	,222	3,260

a. Variable dependiente: RHS

Con ayuda del software spss, obtenemos los coeficientes de la regresión lineal múltiple. Y tal como se evidenció en el análisis de varianza presentado en la tabla 11, sólo encontramos significancia en el tipo de fertilizante y para las demás variables independientes, se acepta H0 y no se considera en el modelo.

Finalmente el modelo se define de la siguiente manera.

$$Y_i = \mu + \alpha_i + \epsilon_i$$

Luego con los coeficientes.

$$RHS = 20.766 - 10.563 \text{ tipo fertilizante} + \epsilon_i$$

La pendiente de la recta es negativa debido al orden de los niveles de la variable "Tipofer" (1 para fertilizante químico y 2 para orgánico, ver gráficos 4; 5; 6 y 7), si invertimos el orden de los mismos por tratarse de una variable cualitativa, se tendría un menor valor en el intercepto y una pendiente positiva.

El gráfico 8 muestra la prueba de normalidad, observamos que para las tres variables respuesta se acepta H0 y por lo tanto los errores se distribuyen normalmente.

**Gráfico 8. Prueba K-S, de normalidad (salida spss)**

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de RMF es normal con la media 22,51 y la desviación típica 15,44.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,238	Retener la hipótesis nula.
2	La distribución de RTS es normal con la media 3,95 y la desviación típica 3,35.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,095	Retener la hipótesis nula.
3	La distribución de RHS es normal con la media 9,69 y la desviación típica 6,08.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,262	Retener la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

### 3.4. Rendimientos obtenidos

**Tabla 15. Cálculo de rendimiento por hectárea**

TRATAMIENTOS	R en g/planta	densidad/ha	R en g/ha	R en kg/ha	R en TM
a1b1	14.42	70000	1009166.67	1009.17	1.01
a1b2	14.81	70000	1036550.00	1036.55	1.04
a1b3	15.70	70000	1098805.56	1098.81	1.10
a2b1	3.82	70000	267694.44	267.69	0.27
a2b2	4.29	70000	300322.22	300.32	0.30
a2b3	5.12	70000	358366.67	358.37	0.36
T	5.60	70000	392000.00	392.00	0.39

Fuente: elaboración propia

Para calcular el rendimiento promedio en TM/ha, multiplicamos el rendimiento promedio en gramos por la densidad propuesta, luego convertimos a kg/ha y TM/ha.

El tratamiento alb3, reporta un rendimiento de 1.1 TM/ha convirtiéndose en el tratamiento con el mayor rendimiento y en el otro extremo se encuentra el tratamiento a2b1 con 0.27 TM/ ha.

### **3.5. Rendimiento de cristales de esteviósido**

El tratamiento alb3 presentó un rendimiento de 7.36 % de cristales de esteviósido; indicando que dicho contenido es una aproximación puesto que para su obtención industrial existen métodos más sofisticados y que tal como señala Andrés (2011), mientras mayor sea el refinamiento menor será el rendimiento y mayor la pureza del producto final.

## **IV. DISCUSIONES**

Rojas (2009), indica que el Perú por su posición geográfica permite obtener hasta 6 cortes al año, lo que implica un rendimiento de hasta 7 toneladas por hectárea por año, nuestro mejor tratamiento con una densidad relativamente baja (ver tabla 15, permite obtener 6.6 toneladas por hectárea por año.

Según salinas (2006) citado por Andrés (2010), el rendimiento promedio anual de hoja seca de estevia en Latinoamérica es de 2500 kg y que de cada 10 kg de hoja seca se obtiene en promedio 1 kg de esteviósido comercial; con la densidad trabajada, sin aplicar fertilizante alguno y con 6 cortes anuales, se estaría produciendo 2352 kg por hectárea que se aproxima al valor dado por el autor y con bajos costos en el supuesto de que no se emplearía fertilizante alguno, por lo menos los primeros años.

Según Jarma et al (2005), los rendimiento en hoja seca de estevia bajo un sistema intensivo de producción (riego por goteo) oscilan entre 15 y 30 gramos; sin embargo en este trabajo se obtuvieron bajo condiciones de secado un rendimiento de 3 a 6 gramos para fertilización con compost y 14 a 16 gramos para fertilización química.

El rendimiento de cristales de esteviósido comercial con un 8% es superior al obtenido por Delgado (2003), utilizando el mismo método de purificación (ver gráfico 9).

Según Rojas (2009), China es el primer productor mundial de cristales de esteviósido, a pesar de tener los menores rendimientos (3 a 4 %); lo cual nos permite confirmar el enorme potencial de la región para la producción e industrialización de estevia. El mismo autor afirma que en el Perú hasta ahora no se industrializa la estevia con fines de obtener cristales de esteviósido debido a que aún no se desarrolla la tecnología apropiada, y que las existentes en el mundo se encuentran protegidas por patentes.

#### IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El tratamiento alb3, fertilizante químico con 120, 144 y 120 de N, P y K respectivamente, arrojó los mayores rendimientos tanto en materia fresca, hoja seca y tallo seco en 37.8, 15.7 y 8.41 gramos por planta respectivamente.

Existe evidencia estadística que nos permite afirmar que existe diferencia significativa entre el tipo de fertilizante empleado, sin embargo el mismo análisis indica que no existe diferencia significativa entre los niveles aplicados para el rendimiento de hoja seca comercial.

El contenido de esteviósido comercial del mejor tratamiento fue de 7.36 % evidenciando el potencial agroindustrial de la planta.

Es posible desarrollar el cultivo en la localidad de Cambiopitec, distrito de Copallín bajo sistema de secano, obteniéndose rendimientos muy cercanos a sistemas más sofisticados; y, probablemente con similar rentabilidad.

Debido a que no existe diferencia entre los niveles o dosis de fertilización se recomienda a fin de disminuir costos de producción el empleo de los menores niveles evaluados.

Se recomienda realizar estudios más profundos que permitan conocer la viabilidad de producción comercial en el distrito de Copallín, provincia de Bagua.

Se recomienda realizar trabajos de investigación en la purificación de cristales de esteviósido tal que incentiven su industrialización en el país.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Andrés, S. 2011. Aproximación a la comprensión de un endulzante natural alternativo, la *Stevia rebaudiana Bertoni*: producción, consumo y demanda potencial. Agroalimentaria. Vol. 17, núm. 32, enero-junio, pp. 57-69. Universidad de los Andes. Mérida Venezuela
- Arroyo, J. 2000. Diseños de experimentos más comunes en la estación experimental y campos de productores. IICA-GTZ, Lima Perú.
- Caruajulca, D. 2012. Efecto de la concentración de extracto de estevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) en las características fisicoquímicas y sensoriales de néctar de membrillo. Tesis para la obtención del Título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo Perú.
- Delgado, J. 2003. Obtención del Esteviosido a partir de Hojas de Estevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*). Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Facultad de Industrias Alimentarias. UNALM. Lima. Perú.
- Domínguez V. 1989. Tratado de Fertilización. 2da Edición. Madrid-España. Pp. 42-48.
- Espitia, M et al. 2006. Modelo estadístico para estimación del área foliar en *Stevia rebaudiana Bertoni* en el Sinú medio. Universidad de Córdoba, Colombia.
- Flores, J. & Lita, E. 2011. Efecto de tres niveles de N, P, K y cuatro promotores de crecimiento en el rendimiento de estevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) en Selva Alegre, Imbabura.” Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario. Universidad Técnica del Norte. Ecuador.
- Gobierno Regional Amazonas. 2008. Plan Estratégico Regional Agrario 2011 – 2021. Amazonas- Perú
- Gujarati, D & Porter, D. 2010. Econometría. 5ta edición. McGraw-Hill. México.

- Herrera F., Gómez R., y Gonzales C., 2012. El cultivo de Estevia (*Stevia rebaudiana*) Bertoni en condiciones agroambientales de Nayarit, México. Folleto técnico N° 19. INIFAP. Nayarit. México.
- INCAGRO. 2008. Manual técnico de producción de estevia. INCAGRO, Cajamarca – Perú.
- Jarma, A et al, 2005. Aspectos fisiológicos de estevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) en el Caribe colombiano: I. Efecto de la radiación incidente sobre el área foliar y la distribución de biomasa. *Agronomía Colombiana*, vol. 23, núm. 2, julio-diciembre, 2005, pp. 207-216. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá Colombia .
- Luna L., 2010. Producción de abonos orgánicos de buena calidad. CORPOICA, Produmedios. Bogotá. Colombia.
- Martínez, J.V. 2000 Fundamentos de Agrotecnología de cultivo de plantas medicinales iberoamericanas. CYTED. Cooperación Iberoamericana. Convenio Andrés Bello.
- Pincha, T. & Suquilanda, M. 2008. Respuestas del cultivo de estevia a la aplicación foliar complementaria de tres fitoestimulantes a tres dosis, Tumbaco, Pichincha. Resumen de tesis de grado previa a la obtención de título de Ingeniera Agrónoma. Universidad Central del Ecuador.
- Rojas, S. 2009. Estevia edulcorante orgánico del siglo XXI. Universidad Agraria la Molina, lima Perú.
- Tineo, J. 2012. Entrevista sobre las experiencias de PRONAMACHS en la promoción del cultivo de estevia en Amazonas. Ex Director zonal de PRONAMACHS Amazonas.
- Zubiate F., 2007. Manual del cultivo de la Estevia (yerba dulce). La Universidad 238 - 206 La Molina. Lima. Perú.

ANEXOS

Tabla 16. PESO DE MATERIA FRESCA EN GRAMOS/ UNIDAD MUESTRAL (PLANTA)

		w. materia fresca (hoja y tallo) en gramos								
		1	2	3	4	5	6	7	W promedio	
INORGANICO	T1	R1	17.06	6.47	23.77	0	41.85	24.04	25.87	23.1766667
		R2	54.79	42.16	0	0	50.93	0	0	49.2933333
		R3	39.66	39.17	24.35	0	39.94	35.31	24.01	33.74
	T2	R1	24.57	17.87	34.2	22.22	23.52	35.77	38.98	28.1614286
		R2	69.51	28.52	38.27	0	0	14.23	0	37.6325
		R3	0	0	57.87	37.48	31.64	47.47	25.62	40.016
	T3	R1	0	31.88	20.93	17.04	29.38	36.14	20.16	25.9216667
		R2	0	19.63	40.62	43.65	60.07	0	0	40.9925
		R3	20.71	0	67.16	96.95	38.55	10.83	44.72	46.4866667
ORGANICO	T1	R1	3.18	0	5.71	4.23	5.09	13.06	8.15	6.57
		R2	0	0	0	9.01	13.18	16.27	11.24	12.425
		R3	5.46	5.4	4.75	5.22	4.85	4.14	11.05	5.83857143
	T2	R1	6.39	5.43	11.17	4.91	4.04	9.63	25.68	9.60714286
		R2	0	4.54	7.5	6.57	3.89	0	14.66	7.432
		R3	9.75	4.2	1.91	4.91	0	7.47	25	8.87333333
	T3	R1	0	0	6.85	2.28	5.43	18.7	6.48	7.948
		R2	14.17	8.98	13.12	12.28	5.31	3.89	22.41	11.4514286
		R3	15.28	5.34	5.22	10.25	7.41	0	14.07	9.595

Los valores = 0, representan las pérdidas de las unidades muestrales

Tabla 17. PESO DE HOJA SECA EN GRAMOS/UNIDAD MUESTRAL (PLANTA)

			w. hoja seca comercial							
			1	2	3	4	5	6	7	w promedio
INORGANICO	T1	R1	7.5	2.6	9.9	0	13.6	10	10.2	8.96666667
		R2	20.4	16.5	0	0	21.1	0	0	19.33333333
		R3	16.8	18.1	9.8	0	17.5	15.7	11.8	14.95
	T2	R1	12.5	6.7	13	9.1	9.2	16.2	16.8	11.9285714
		R2	26.4	12.2	15.6	0	0	6.1	0	15.075
		R3	0	0	25.6	15.6	14.6	19.4	11.9	17.42
	T3	R1	0	13.2	7.7	6.9	11.3	14.2	7.9	10.2
		R2	0	9.8	18.7	19.8	22.2	0	0	17.625
		R3	9.7	0	28.8	35.4	18.1	5.4	18.2	19.2666667
ORGANICO	T1	R1	1.7	0	2.1	2	2.8	6.3	3.9	3.13333333
		R2	0	0	0	4.8	2.6	7.7	5.8	5.225
		R3	3.1	3.1	2.4	2.8	2.4	2.2	5.8	3.11428571
	T2	R1	2.8	2.5	5.7	0.7	1.8	5	12.4	4.41428571
		R2	0	2.2	3.6	3.2	1.9	0	7.3	3.64
		R3	5.2	2.2	0.9	2.7	0	4.1	13.8	4.81666667
	T3	R1	0	0	3.4	0.9	7	9.5	3.1	4.78
		R2	7.3	4.7	6.2	5.7	2.5	1.7	12.7	5.82857143
		R3	8.1	2.7	2.5	4.6	3.4	0	7.2	4.75

Los valores = 0, representan las pérdidas de las unidades muestrales

Tabla 18. PESO TALLO SECO EN GRAMOS/UNIDAD MUESTRAL (PLANTA)

			w. tallo seco							
			1	2	3	4	5	6	7	
INORGANICO	T1	R1	3.2	1	5.6	0	6.5	5.4	7	4.78333333
		R2	10.6	8.8	0	0	8.3	0	1.2	7.225
		R3	7.4	4.6	3.1	0	6.6	4.8	2.6	4.85
	T2	R1	4.9	4.4	9.9	6.2	7.4	6.4	7.4	6.65714286
		R2	17.7	4.4	6	0	0	1.6	0	7.425
		R3	0	0	10.7	5.3	4.5	10.1	3.8	6.88
	T3	R1	0	4.4	7.5	5.5	11.6	8.4	4.6	7
		R2	0	12.2	6.8	6.1	16.8	0	0	10.475
		R3	2.7	0	9.7	21.8	5.5	0.9	6	7.76666667
ORGANICO	T1	R1	0.3	0	0.4	0.1	0.3	1	0.8	0.48333333
		R2	0	0	0	0.7	0.4	1.6	0	0.9
		R3	0.6	0.4	0.5	0.4	0.5	0.2	1.3	0.55714286
	T2	R1	0.6	0.6	1.3	0.4	0.5	0.9	3.5	1.11428571
		R2	0	0.3	0.9	0.6	0.1	0	2	0.78
		R3	0.9	0.3	0.3	0.6	0	0.9	4.4	1.23333333
	T3	R1	0	0	0.5	0.2	1.5	1.3	0.7	0.84
		R2	1.2	0.6	1.4	1.1	0.3	0.3	3.2	1.15714286
		R3	1.7	0.3	0.6	0.9	0.8	0	1.6	0.98333333

Los valores = 0, representan las pérdidas de las unidades muestrales

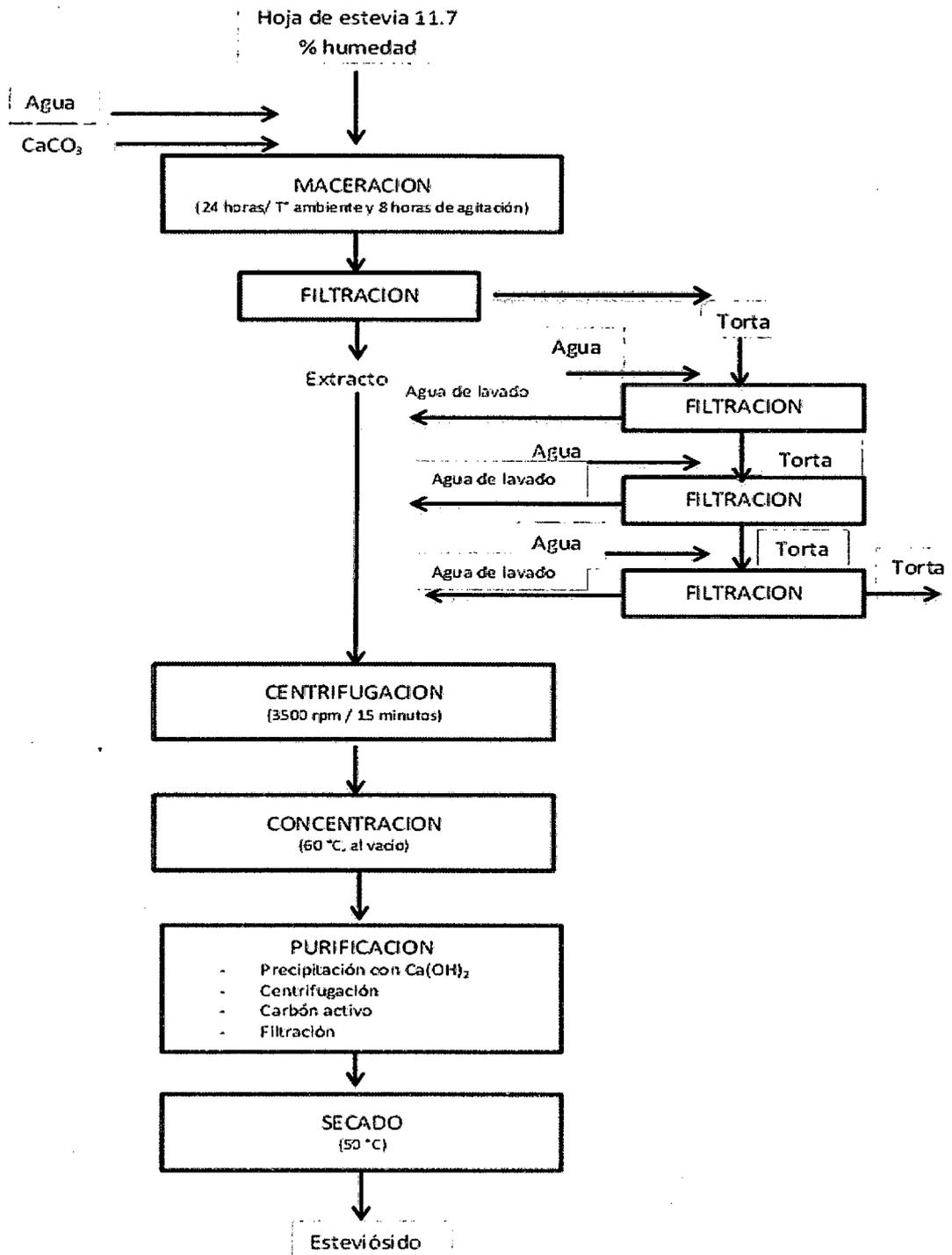
Tabla 19. PESO EN GRAMOS/ TRATAMIENTO TESTIGO PARA MF, HOJA SECA Y TALLO SECO

	TESTIGOS												
W	T14	T21	T16	T12	T26	T24	T27	T11	T23	T13	T25	T22	W Promedio
W MF	11.33	14.63	12.25	20.34	5.15	17.41	7.1	14.17	17.9	6.39	6.36	18.12	12.5958333
W HS	4.6	5.6	5.1	9.2	2.4	8.5	3.2	6.2	7.6	3.1	2.7	9	5.6
W TS	0.9	1.4	0.9	2	0.3	1.6	0.4	1.3	1.8	0.4	0.5	1.8	1.10833333

Tabla 20. RENDIMIENTO PROMEDIO

RENDIMIENTO PROMEDIO EN GRAMOS				
TRATAMIENTOS		RMF	RHS	RTS
T1	a1b1	35.40	14.42	5.62
T2	a1b2	35.27	14.81	6.99
T3	a1b3	37.80	15.70	8.41
T4	a2b1	8.28	3.82	0.65
T5	a2b2	8.64	4.29	1.04
T6	a2b3	9.66	5.12	0.99
C	T	12.60	5.60	1.11

Gráfico 9. Proceso de obtención de esteviósido propuesto por Delgado (2003)





UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS  
"UNTRM"  
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DE CEJA DE SELVA  
"INDES-CES"

INDES-CES

ANÁLISIS DE SUELOS: C.E, pH, Ca + Mg, N, P, K

Solicitante : Segundo Chavéz Quintana  
Departamento : Amazonas  
Distrito : Copallín

Provincia : Bagua  
Predio : "Cambupite" / Francisco Sanchez

Fecha :  
14/05/2012

Nº de análisis	Muestra de campo	C.E. (1:1)	pH (1:1)	Ca + Mg	N	P	K
		(mS/cm)		(meq/100g)			
47	Cambupite - Muestra 01	0.04	4.7	9.5	1.36	0.65	73.00
48	Cambupite - Muestra 02	0.03	4.3	10	1.09	1.08	73.00

  
Ing. Segundo Mandel Oliva Cruz  
C.I.P. N° 65361

SEDE INDES-CES-UNTRM / CIUDAD UNIVESITARIA - HIGOS URCO - CHACHAPOYAS - AMAZONAS - PERÚ  
www.indes-ces.edu.pe Telefax - 479038

Grafico 10. Certificado de análisis de suelo

### MÉTODOS SEGUIDOS EN EL ANÁLISIS DE SUELOS

- 1.- Conductividad eléctrica (C.E.): del extracto acuoso en la relación suelo-agua de 1:1, método electrolítico
- 3.- Ca + Mg: Calcio + Magnesio, método de titulación con EDTA, Extracción con Mehlich 2
- 5.- P: fósforo disponible, método del Ácido Ascórbico, extracción con Mehlich 2

- 2.- pH (pHmetro Pocket Pal): medida del extracto acuoso en la relación suelo-agua de 1:1, método electrolítico.
- 4.- N-NO<sub>3</sub>: Nitrógeno Nítrico, método reducción de Cadmio, extracción con Sulfato de Calcio
- 6.- K: Potasio intercambiable, método Turbidímetro, extracción con Mehlich 2

#### Equivalencias:

$$\text{kg/ha} = \text{ppm} \times 2,227$$

$$1\text{mS/cm} = 1(\text{mMhos/cm}) = 1000 \times (\mu\text{S/cm})$$

Rangos de porcentaje de suficiencia y niveles de Fósforo del análisis de suelo (basado en la extracción Mehlich 2)

Resultados (ppm P)	Nivel	% de suficiencia
0-5	Muy bajo	25-50
6-12	Bajo	45-80
13-25	Medio	70-95
26-50	Alto	95-100
51+	Muy Alto	100

Rangos de porcentaje de suficiencia y niveles de Potasio del análisis de suelo (basado en la extracción Mehlich 2)

Resultados (ppm K)	Nivel	% de suficiencia
0-40	Muy bajo	20-50
41-80	Bajo	45-80
81-120	Medio	70-95
121-200	Alto	95-100
200+	Muy Alto	100

#### Salinidad

Clasificación del suelo	C.E.
muy ligeramente salino	<2
ligeramente salino	2-4
moderadamente salino	4-8
fuertemente salino	>8

#### pH

Clasificación del suelo	pH
fuertemente ácido	<5.5
moderadamente ácido	5.6-6.0
ligeramente ácido	6.1-6.5
neutro	7.0
ligeramente alcalino	7.1-7.8
moderadamente alcalino	7.9-8.4
fuertemente alcalino	>8.5

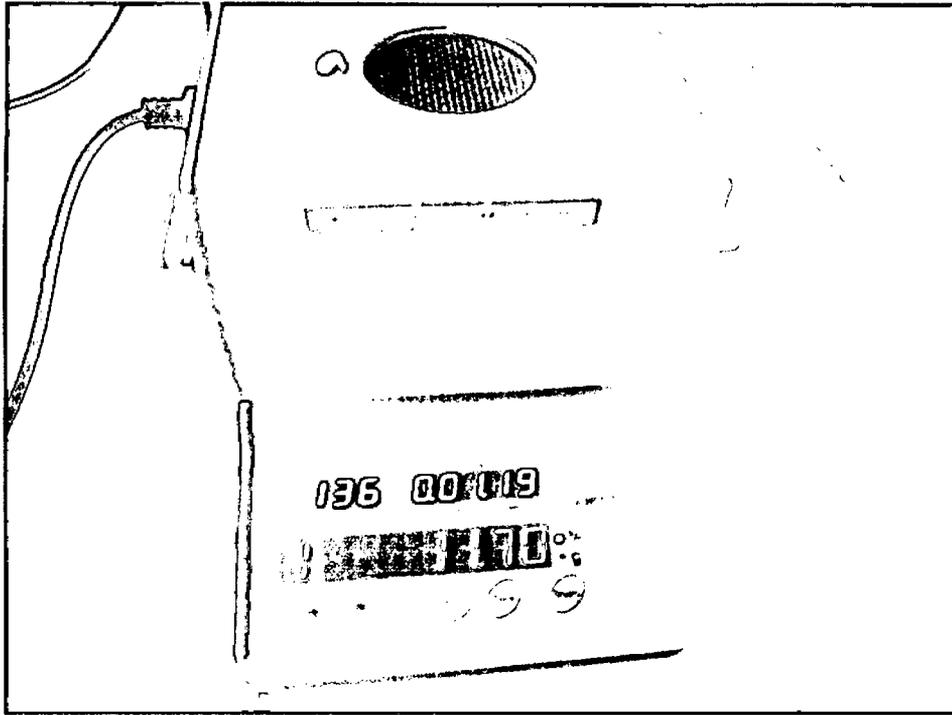
**Fotografía 1. Plantines de estevia listos para trasplante**



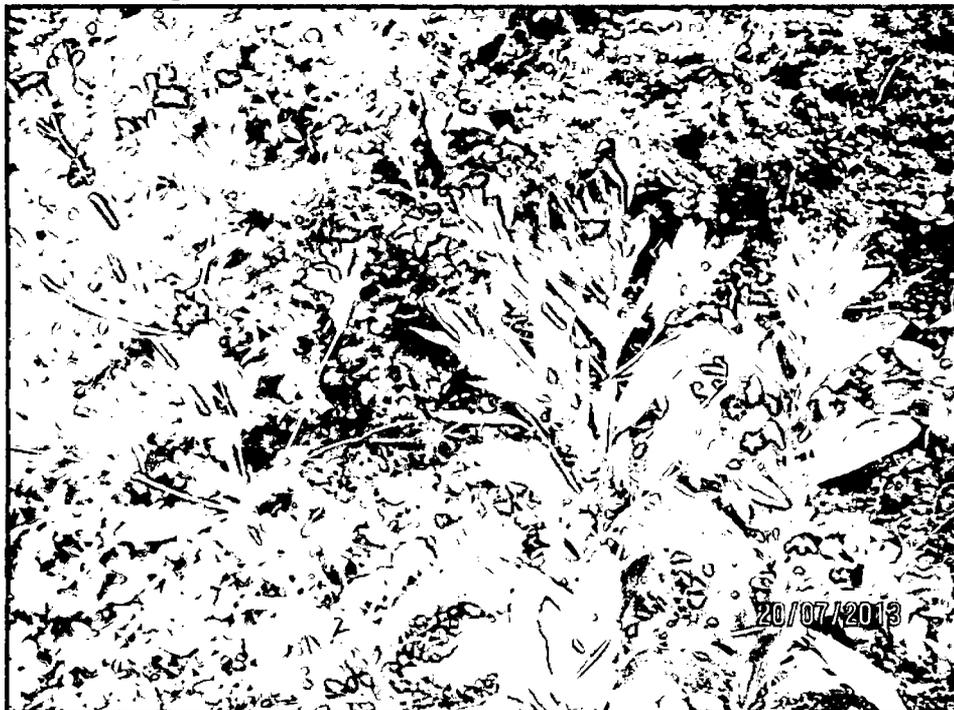
**Fotografía 2. Plantas de estevia de 3 meses**



**Fotografía 3. Verificación de la humedad comercial**



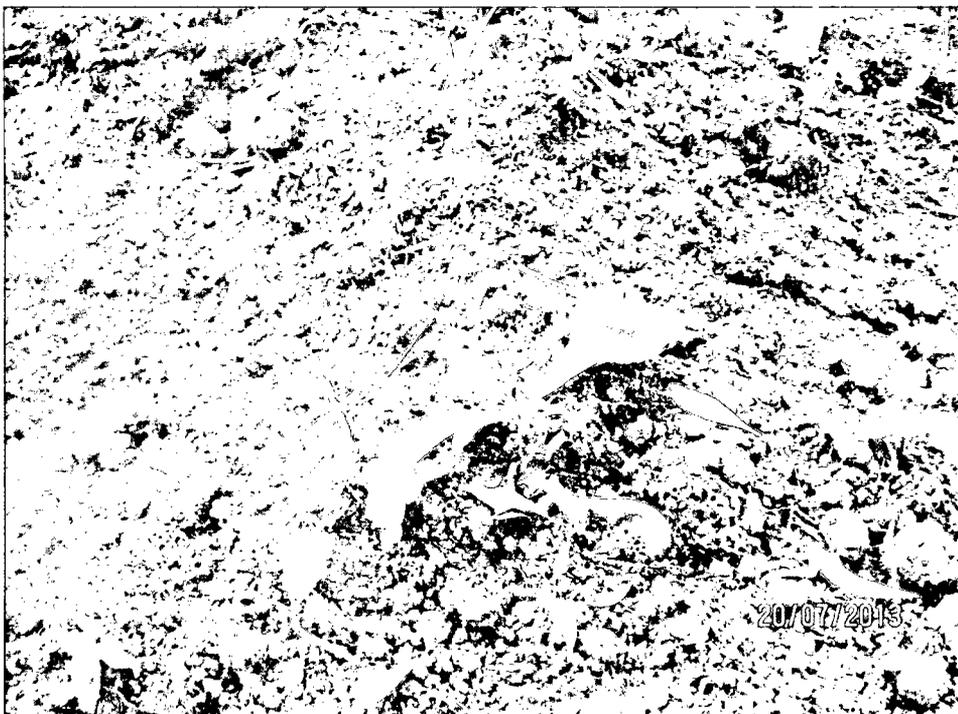
**Fotografía 4. Floración (indicador de madurez comercial)**



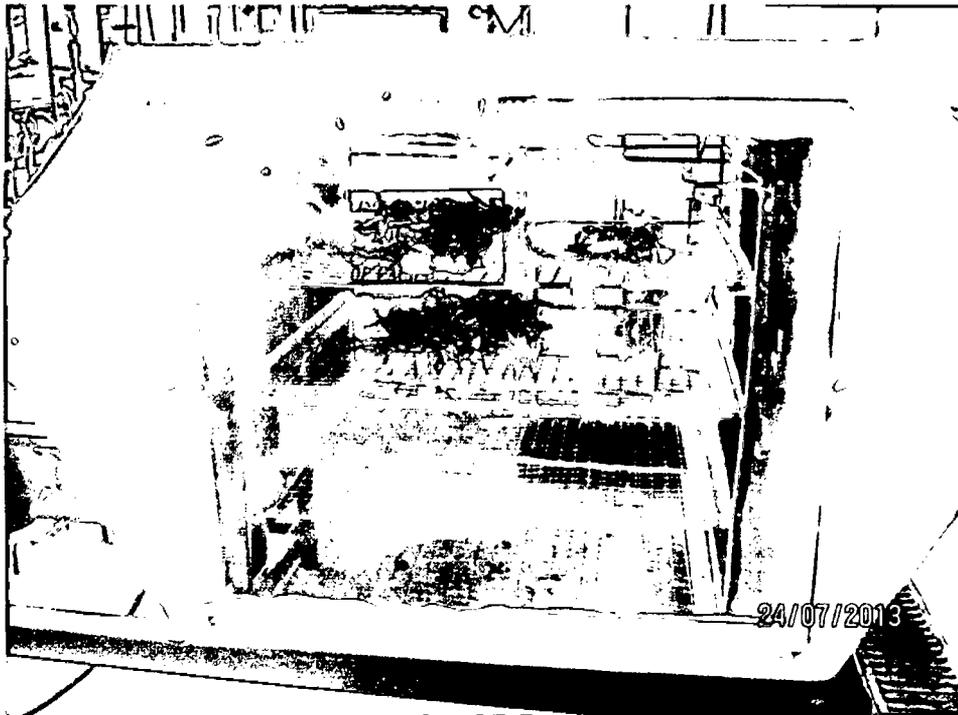
**Fotografía 5. Planta de estevia**



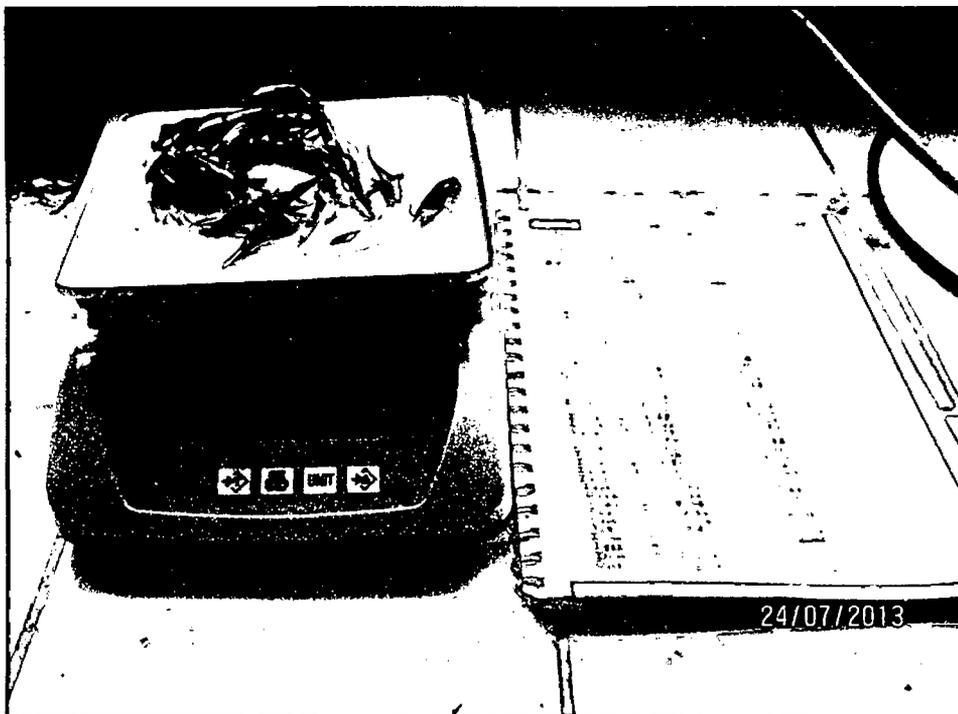
**Fotografía 6. Corte de cosecha**



**Fotografía 7. Estandarización de humedad comercial**



**Fotografía 8. Toma de datos**



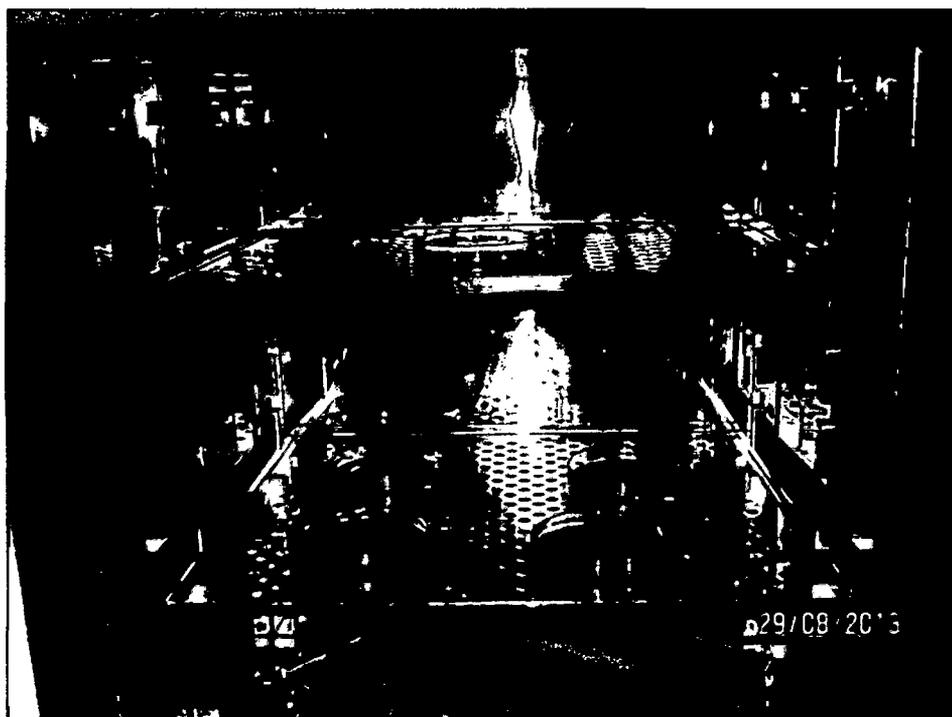
**Fotografía 9. Embolsado de hoja seca**



**Fotografía 10. Hoja seca comercial de estevia**



**Fotografía 11. Secado y obtención de cristales de estevióside**



**Fotografía 12. Cristales de estevióside**

