

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

EFFECTO DE BIOESTIMULANTES FOLIARES EN EL RENDIMIENTO  
DEL CULTIVO DE BERENJENA; OCÓS, SAN MARCOS  
TESIS DE GRADO

**ERICK FERNANDO GRANADOS ESCOBAR**  
CARNET 21074-07

COATEPEQUE, MAYO DE 2015  
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

EFFECTO DE BIOESTIMULANTES FOLIARES EN EL RENDIMIENTO  
DEL CULTIVO DE BERENJENA; OCÓS, SAN MARCOS  
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR  
**ERICK FERNANDO GRANADOS ESCOBAR**

PREVIO A CONFERÍRSELE  
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES EN EL GRADO  
ACADÉMICO DE LICENCIADO

COATEPEQUE, MAYO DE 2015  
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR:	P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA:	DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN:	DR. CARLOS RAFAEL CABARRÚS PELLECCER, S. J.
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA:	P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO:	LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL:	LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

DECANO:	DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA:	LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIA:	ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES
DIRECTOR DE CARRERA:	MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

## **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

ING. RAUL ESTUARDO HIDALGO PAZ

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

ING. EDGAR RENE ANTONIO BECERRA

ING. JACINTA IMELDA MÉNDEZ GARCÍA

LIC. ABEL ESTUARDO SOLÍS ARRIOLA



Universidad  
Rafael Landívar  
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
No. 06304-2015

### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante ERICK FERNANDO GRANADOS ESCOBAR, Carnet 21074-07 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Coatepeque, que consta en el Acta No. 0659-2015 de fecha 16 de mayo de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EFFECTO DE BIOESTIMULANTES FOLIARES EN EL RENDIMIENTO  
DEL CULTIVO DE BERENJENA; OCÓS, SAN MARCOS

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 25 días del mes de mayo del año 2015.

  
\_\_\_\_\_  
ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
Universidad Rafael Landívar



Coatepeque, 24 de abril de 2015.

Honorable Consejo de  
La Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Presente.

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago contar que he procedido a revisar el Informe Final de Tesis del estudiante Erick Fernando Granados Escobar, que se identifica con carné 21074-07, titulado: **"EVALUACION DEL EFECTO DE TRES BIOESTIMULANTES FOLIARES EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE BERENJENA (*Solanum melongena*, SOLANACEAE), EN LA BLANCA, SAN MARCOS."**, el cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad para ser aprobado, por lo que solicito sea revisado por la terna que designe el Honorable Consejo de la Facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Ing. Agr. Raúl Estuardo Hidalgo Paz.  
Colegiado No. 1,289

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme la vida, sabiduría y fortaleza en los momentos de debilidad.

A mis padres, Cesar Granados y Marta Escobar, por su apoyo incondicional, sus consejos y su ejemplo a seguir.

A mi asesor, Ing. Agro. Raúl Estuardo Hidalgo Paz, por su asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

A la Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, de la Universidad Rafael Landívar, Centro del saber que me abrió sus puertas para poder alcanzar mi meta fijada.

A todas las personas que participaron e hicieron posible esta investigación.

## **DEDICATORIA**

A Dios, quién siempre me da su infinito amor, fortaleza para superar las diferentes etapas de la vida y me bendice con las personas que me rodean.

Mis padres, Cesar Granados y Marta Escobar a quienes quiero mucho, por su inmenso amor, por su tiempo, sus consejos oportunos y por su ejemplo a seguir.

Mi familia, Abuelos, hermanos, tíos y primos que de una u otra forma han contribuido en mi formación.

Mis amigos, por su apoyo, compañía y formar parte de mi desarrollo integral, con mucho aprecio.

# INDICE

## Página

RESUMEN .....	i
SUMMARY .....	ii
I. INTRODUCCION.....	1
II. MARCO TEORICO .....	2
2.1 El cultivo de berenjena (Solanum melongena, Solanaceae).....	2
2.1.1 Generalidades del cultivo.....	2
2.1.2 Taxonomía.....	3
2.1.3 Clima .....	3
2.1.4 Suelo .....	3
2.1.5 Cosecha .....	4
2.1.6 Producción de berenjena .....	4
2.1.7 Usos .....	5
2.1.8 Propiedades nutritivas de la Berenjena.....	5
2.2 Bioestimulantes.....	6
2.2.1 Acción de los bioestimulantes .....	6
2.2.2 Tipos de bioestimulantes .....	7
2.3 Antecedentes .....	10
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	12
3.1 Definición del problema y justificación del trabajo .....	12
IV. OBJETIVOS .....	14
V. HIPOTESIS .....	15
VI. METODOLOGIA .....	16
6.1 Localización del área de trabajo.....	16
6.1.1 Ubicación geográfica .....	16

6.1.2 Condiciones edafoclimáticas.....	17
6.2 Material experimental.....	17
6.3 Factor estudiado.....	18
6.4 Tratamientos.....	18
6.5 Descripción de los tratamientos.....	18
6.5.1 Tratamiento 1 (T1).....	18
6.5.2 Tratamiento 2 (T2).....	18
6.5.3 Tratamiento 3 (T3).....	19
6.5.4 Tratamiento 4 (T4).....	19
6.6 Diseño experimental.....	19
6.7 Modelo estadístico.....	19
6.8 Unidad experimental.....	20
6.9 Croquis de campo.....	21
6.10 Manejo del experimento.....	21
6.10.1 Análisis de suelo.....	21
6.10.2 Preparación del terreno.....	22
6.10.3 Siembra.....	22
6.10.4 Riego.....	22
6.10.5 Plan fitosanitario.....	22
6.10.6 Control de malezas.....	23
6.10.7 Fertilización.....	23
6.10.8 Aplicación de Bioestimulantes.....	23
6.10.9 Poda y deshije.....	24
6.10.10 Tutorado.....	24
6.10.11 Cosecha.....	25
6.11 Variables de respuesta.....	25
6.12 Análisis de la información.....	26
6.12.1 Análisis estadístico.....	26
6.12.2 Análisis económico.....	26
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
7.1 Rendimiento bruto.....	27

7.2 Rendimiento comercial.....	29
7.3 Días a floración .....	31
7.4 Análisis económico .....	32
VIII.CONCLUSIONES .....	34
IX. RECOMENDACIONES.....	35
X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	36
XI. ANEXOS.....	40

## INDICE DE CUADROS

	<b>Página</b>
1. Valor nutricional en 100 g de berenjena. ....	5
2. Identificación de los tratamientos. ....	18
3. Programa de fertilización utilizado durante el estudio. ....	23
4. Cuadro de aplicaciones de bioestimulantes para el ensayo. ....	24
5. Rendimiento bruto en kg/ha de los cuatro tratamientos evaluados. ....	27
6. Análisis de varianza para la variable rendimiento bruto en kg/ha. ....	28
7. Prueba de medias de Tukey para la variable rendimiento bruto. ....	28
8. Rendimiento comercial en kg/ha de los tratamientos evaluados. ....	29
9. Análisis de varianza para la variable rendimiento comercial en kg/ha. ....	30
10. Prueba múltiple de medias de Tukey para la variable rendimiento comercial. ....	31
11. Resumen de los costos e ingresos de los tratamientos evaluados. ....	33
12. Rentabilidad y Beneficio/Costo de los tratamientos evaluados. ....	33

## INDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
1. Mapa mostrando la ubicación del departamento de San Marcos y sección de hoja cartográfica señalando la ubicación del municipio La Blanca. ....	16
2. Esquema de una unidad experimental con sus dimensiones, señalando la parcela bruta y la parcela neta. ....	20
3. Distribución gráfica de los distintos tratamientos y repeticiones en el campo definitivo.....	21
4. Rendimiento bruto en kg/ha. ....	29
5. Resultados de la variable rendimiento comercial en kg/ha. ....	31
6. Resultados de la variable días a floración. ....	32

# EFFECTO DE BIOESTIMULANTES FOLIARES EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE BERENJENA, OCOS, SAN MARCOS.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el municipio de La Blanca, San Marcos. Se evaluó el efecto de tres bioestimulantes a base de aminoácidos, algas marinas y ácido fúlvico foliares, en el rendimiento del cultivo de berenjena (*Solanum melongena*, Solanaceae). Se usó el diseño bloques al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, en donde se obtuvo diferencia significativa, se empleó la prueba de medias de Tukey  $\alpha = 0.05$ , para las variables rendimiento bruto, rendimiento comercial y días a floración. El mejor tratamiento para el rendimiento en el cultivo de berenjena fue el bioestimulante a base de algas marinas, con un rendimiento bruto de 27,117.35 kg/ha, y variable rendimiento comercial una producción de 24,849.98 kg/ha. Para la variable días a floración no se obtuvo diferencia significativa entre los tratamientos evaluados. En el aspecto económico, el tratamiento que mejor relación Beneficio/Costo presentó, fue el bioestimulante a base de algas marinas con Q. 2.76, es decir que por cada Q. 1.00 que se invierte, se gana Q. 1.76, seguido del bioestimulante a base de aminoácidos con un beneficio/costo de Q. 2.56. Con base en los resultados y conclusiones expuestas se recomienda, para obtener los mejores rendimientos y calidad del fruto, aplicar al cultivo el bioestimulante a base de algas marinas con una dosis de 430 g/ha y un intervalo de aplicación de 15 días, bajo las condiciones climáticas del municipio de La Blanca.

# EFFECT OF FOLIAR BIOSTIMULATORS IN THE YIELD OF EGGPLANT, OCOS, SAN MARCOS

## SUMMARY

This research study was carried out in the municipality of La Blanca, San Marcos. The effect of three biostimulators made of amino acids, seaweed and foliar fulvic acid will be evaluated in eggplant yield (*Solanum melongena*, Solanaceae). A complete randomized block design with four treatments and five replicates was used, obtaining a significant difference. A Tukey's multiple comparison test,  $\alpha = 0.05$ , was used for the following variables: gross yield, commercial yield, and days to flowering. The best treatment regarding yield in the production of eggplant was the biostimulator made of seaweed, with a gross yield of 27,117.35 kg/ha and a production of 24,849.98 kg/ha was obtained for the commercial yield variable. The days to flowering variable did not show a significant difference among the evaluated treatments. Economically, the treatment that showed the best cost-benefit relationship was the biostimulator made of seaweed with Q2.76 [equivalent to US\$0.36]; in other words, for every *quetzal* invested, a profit of Q1.76 [equivalent to US\$0.23] is obtained, followed by the biostimulator made of amino acids, with a cost-benefit relationship of Q2.56 [equivalent to US\$0.34]. Based on the results and conclusions, it is recommended to apply seaweed biostimulators at a dose of 430 g/ha, at a 15-day application interval, to obtain better yields and high quality fruits, under the climate conditions in La Blanca municipality.

## I. INTRODUCCION

En Guatemala la producción de vegetales orientales, en especial el cultivo de berenjena (*Solanum melongena*, Solanaceae) ha ido en crecimiento, debido a la fuerte demanda que existe en el mercado nacional e internacional, especialmente en los mercados de Estados Unidos, Francia, Alemania y Reino Unido, generando divisas para la economía nacional.

La Asociación Guatemalteca de Exportadores (AGEXPORT), ha considerado al cultivo de berenjena, como uno de los principales para ser fomentados y desarrollados en los próximos años, como alternativa de exportación por su fuerte demanda en los mercados internacionales.

En los últimos años los cambios en los factores ambientales como temperatura, luz y humedad están afectando considerablemente los procesos de producción, debido a que dichos cambios le causan un estado de estrés a la planta. Estos factores externos ejercen una influencia negativa sobre su desarrollo, lo cual se ve reflejado al momento de la cosecha. Es por ello que en la actualidad se están usando productos llamados: bioestimulantes, los cuales son una herramienta que permiten obtener beneficios como reducir el estrés, mejorar la calidad del producto cosechado y proveer mayor resistencia a plagas y enfermedades.

En el mercado agrícola se han desarrollado diversos tipos de bioestimulantes que al ser aplicados a las plantas, normalmente por vía foliar o por vía radicular, son bien absorbidos por las mismas y utilizados de forma casi inmediata.

El presente estudio permitió identificar el tratamiento práctico a través de bioestimulantes foliares a base de aminoácidos, algas marinas pardas y ácidos fúlvicos que contribuyen a incrementar la calidad del producto y el rendimiento, con el propósito de generar información agronómica, a través de una evaluación técnica y económica del uso de tres bioestimulantes foliares en el cultivo de berenjena china (*Solanum melongena* Solanaceae), bajo las condiciones edafoclimáticas del municipio La Blanca, San Marcos.

## II. MARCO TEORICO

### 2.1 El cultivo de berenjena (*Solanum melongena*, Solanaceae)

#### 2.1.1 Generalidades del cultivo

La berenjena (*Solanum melongena*, Solanaceae) pertenece a la familia Solanaceae. En esta familia botánica se encuentran otras plantas cultivadas como el tomate, chile, pimiento, la papa, la yerba mora y el tabaco. La berenjena se originó posiblemente en el norte de la India (Fornaris, 2006).

Es una planta herbácea, aunque sus tallos presentan tejidos lignificados que le dan un aspecto arbustivo y anual, puede rebrotar en un segundo año si se cuida y poda de forma adecuada, sin embargo la producción se reduce y la calidad de los frutos es menor. La berenjena es un fruto de forma variable (esférica, oblonga o alargada en la mayoría de los casos) según tipo. Una berenjena de tamaño medio tiene entre 5 y 8 cm de diámetro de 10 a 30 cm de longitud. El peso de la hortaliza depende de la variedad y oscila entre los 200 gramos de los ejemplares más pequeños a los 300 gramos los más grandes; la piel de la berenjena es lisa, consistente, brillante y de colores diversos: blanca, purpura, negra, amarilla o roja. También hay variedades de piel jaspeada, es decir, con mezcla de varios colores, sobre todo blanca y morada o verde (Chavarria, 2010).

Según USAID-RED (2007), el rendimiento ideal de berenjena está calculado con cada planta, produciendo 25 a 30 frutos de calidad exportable y dos de esos frutos que pese un promedio de una libra (especialmente en el caso de berenjena china), cada planta produce entonces entre 12 a 15 libras. Esta cifra multiplicada por la cantidad de plantas por hectárea, resulta en un rendimiento ideal de 25,254 a 31,568 kilogramos por hectárea.

## 2.1.2 Taxonomía

Según Ecured (2012), define la taxonomía de la planta de la manera siguiente :

**Reino:** Plantae.  
**Division:** Magnoliophyta.  
**Clase:** Magnoliopsida.  
**Orden:** Solanales.  
**Familia:** Solanaceae.  
**Genero:** Solanum.  
**Especie:** *Solanum melongena* L.

## 2.1.3 Clima

El desarrollo óptimo de la berenjena se obtiene cuando la temperatura media esta comprendida entre los 23° y 25° C., por debajo de 13° C. se detiene el desarrollo vegetativo. Las semillas no germinan, si las temperaturas son menores de 15° C. o mayores de 35° C. necesita bastante luminosidad, tanto para su desarrollo, floración y cuaje de los frutos (Serrano, 2006).

## 2.1.4 Suelo

Según Serrano (2006), el cultivo de berenjena prefiere los suelos de texturas arcillo-arenoso, profundas. Soporta bien los terrenos arcillosos, pero prefiere los de consistencia franca. Esta solanácea es una planta esquilmante de los suelos donde se asienta; es muy exigente en elementos nutritivos. El pH óptimo para el desarrollo de este cultivo está comprendido entre 6 y 7. No convienen a esta planta los suelos excesivamente húmedos, pues pronto presenta síntomas de asfixia de sus raíces, principalmente cuando es joven. Tampoco los suelos excesivamente ácidos, ya que la planta tiene menos vigor, se produce caída de flores y la producción es menor.

### **2.1.5 Cosecha**

La cosecha de berenjena se comienza entre los 55 a 60 días después del trasplante. La cosecha puede durar de cuatro a nueve meses dependiendo del estado de salud de la planta y se realiza dos veces por semana en tiempo fresco y hasta tres veces por semana cuando las temperaturas son mayores de 34 grados centígrados. Es posible realizar la cosecha con seis a ocho personas por hectárea (USAID-RED, 2007).

Los criterios de cosecha son tamaño (no menor de 20.3 cm de largo), grosor (no menor de 1.9 cm) y color (morado lila en la base del fruto en berenjena China e Hindú o morado oscuro en berenjena Americana y color verde tierno con pizcas blancas en berenjena Thai (USAID-RED, 2007).

La cosecha se realiza en forma manual cortando el fruto con tijeras (para evitar el desgarre de ramas) sin dañar el pedúnculo pues esto causa heridas y deshidratación rápida de la fruta. El acarreo debe hacerse en cajas o en cestas para evitar daños de magulladuras en frutos y de preferencia directo en las cajas que se llevarán al empaque para evitar doble manipulación. Una vez de tener las berenjenas en las cajas debe mantenerse en la sombra para protegerlas de quemaduras del sol. Las cajas son transportadas a la empacadora en camiones o carretas para continuar el proceso de clasificación y empaado (USAID-RED, 2007).

Es importante recordar en todo momento que la calidad final de los frutos depende de varios factores: una buena nutrición de las plantas, un buen manejo de las podas (ya que sin penetración de luz los frutos son pálidos) y en particular un buen manejo integrado de plagas (USAID-RED, 2007).

### **2.1.6 Producción de berenjena**

La producción mundial de berenjena, conforme a datos de la organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2012), registra que en el

año 2010 hubo una producción de 43,891,772.60 toneladas, dentro de los países mas productores están: China (60.43%), India (24.07%), Egipto (2.80%), Irán (2.02%) y Turquía (1.93%)

En el caso de Guatemala, las exportaciones de berenjena para el año 2,011 fueron de 1,143.80 toneladas, dirigida a países como: Estados Unidos (97.89%), Honduras (0.90%), Nicaragua (0.52%), El Salvador (0.51%) y Costa Rica (0.09%) (Banco de Guatemala, 2012).

### 2.1.7 Usos

La berenjena es utilizada en la actualidad en varias partes del mundo con fines alimentarios. El fruto de esta planta posee propiedades medicinales que pueden ser utilizadas para tratar diferentes enfermedades. Es muy útil para reducir los niveles de colesterol en la sangre. Además, su consumo impide la acumulación de grasas en las venas y arterias, debido a lo anterior se recomienda incluirla en la dieta de aquellas personas que presenten problemas de colesterol (Olguin, 2010).

Según Olguin (2010), el fruto de la berenjena, aplicado de manera externa, es útil para tratar las quemaduras en la piel. El modo de empleo consiste en la aplicación de una pasta de berenjena sobre la piel, esta pasta corresponde al fruto de la berenjena molido.

### 2.1.8 Propiedades nutritivas de la Berenjena

**Cuadro 1.** Valor nutricional en 100 g de berenjena.

<b>Contenido.</b>	<b>Cantidad.</b>
Agua	92 (%)
Glúcidos	2.20 – 2.49 (g)
Proteínas	0.90 – 1.24 (g)
Grasas	0.18 - 0.40 (g)
Fibras alimentarias	2.00 – 2.82 (g)
Valor energético	15.00 – 17.08 (kcal)

**Fuente:** (Chavarría, 2010).

La berenjena no destaca por su valor energético ni nutritivo, puesto que ofrece un residuo seco inferior al 8% a causa de su escaso contenido proteico, hidrocarbonado y mineral. El agua es el elemento mayoritario de su peso. Comparada con otras verduras y hortalizas, contiene una cantidad intermedia de fibra, más abundante en la piel y en las semillas. El aporte de sales se lo debe al potasio, el mineral más abundante, y en su composición se contabilizan cantidades discretas de fósforo, calcio, magnesio y hierro. Las propiedades dietéticas saludables atribuidas a la berenjena se deben a sus componentes antioxidantes, responsables de su ligero sabor amargo (Chavarria, 2010).

## **2.2 Bioestimulantes**

En agricultura, los bioestimulantes se definen como aquellos productos que son capaces de incrementar el desarrollo, producción y/o crecimiento de los vegetales. Otros autores definen a los bioestimulantes como fertilizantes líquidos que ejercen funciones fisiológicas al aplicarlos a los cultivos, así como, son moléculas biológicas que actúan potenciando determinadas expresiones metabólicas y/o fisiológicas de las plantas (Gallardo, 1998).

Los bioestimulantes se emplean para incrementar la calidad de los vegetales activando el desarrollo de diferentes órganos (raíces, frutos, hojas, entre otros) y reducir los daños causados por el stress (fitosanitarios, enfermedades, frio, calor, entre otros) (Lima, 2000).

Los bioestimulantes son sustancias que trabajan tanto fuera como dentro de la planta, aumentando la disponibilidad de nutrientes, mejorando la estructura y fertilidad de los suelos, como también incrementando la velocidad, la eficiencia metabólica y fotosintética. Adicionalmente, mejoran la cantidad de antioxidantes (FUMEX, 2012).

### **2.2.1 Acción de los bioestimulantes**

Según Nuñez (1998), los bioestimulantes activan, sin alterar los procesos naturales del metabolismo de las plantas. Su forma de actuar se concreta básicamente en dos formas que son:

- a) Aumenta el nivel de prolina, este aumento se produce en el interior de las plantas proporcionándole una mayor defensa frente a los estados de estrés, bien sea hídrico, térmico, por enfermedad o plaga entre otros. Proporcionando grupos tiónicos (-SH) a la planta.
  
- b) La expresión externa de esta potenciación se traduce en un efecto benéfico sobre:
  - ✓ La producción, con incrementos de la cosecha acompañados de una mejor calidad de los frutos y de otros aspectos relacionados con los mismos como coloración, tersura de la piel, uniformidad y aumento de tamaño, menor pérdida de peso post-cosecha, entre otros.
  
  - ✓ La vegetación, proporcionando un mejor desarrollo vegetativo y mayor vigor en las brotaciones, así como un aumento de la masa radicular.

## **2.2.2 Tipos de bioestimulantes**

Los bioestimulantes son moléculas de muy amplia estructura, que pueden estar compuestos en base a hormonas o extractos vegetales metabólicamente activos, como aminoácidos (a a) y ácidos orgánicos. Son utilizados principalmente para incrementar el crecimiento y rendimiento en plantas, así como para sobrellevar periodos de estrés (Jorquera y Yuri, 2006).

### **2.2.2.1 Bioestimulante a base de aminoácidos**

Los aminoácidos son compuestos orgánicos que contienen un grupo amino [ $\text{NH}_2$ ] y un grupo carboxilo [ $\text{COOH}$ ]. Veinte de estos compuestos son los constituyentes de las proteínas, conocidos como alfa-aminoácidos y son los siguientes: alanina, arginina, asparagina, ácido aspártico, cisteína, ácido glutámico, glutamina, glicina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, prolina, serina, treonina, triptófano, tirosina y valina. Los grupos amino y carboxilo se encuentran unidos al mismo átomo de

carbono, y ligado a él se encuentra un grupo variable (R). Es en dichos grupos R donde las moléculas de los 20 alfa-aminoácidos se diferencian unas de otras (Sanabria, 2011).

Los aminoácidos constituyen la base fundamental de cualquier molécula biológica, y son compuestos orgánicos. No puede realizarse proceso biológico alguno, sin que en alguna fase del mismo intervengan los aminoácidos (Michitte, 2007).

Los aminoácidos son moléculas orgánicas ricas en Nitrógeno y constituyen las unidades básicas de las proteínas. También son el punto de partida para la síntesis de otros compuestos, tales como vitaminas, nucleótidos y alcaloides (Jorquera y Yuri, 2006).

El uso de aminoácidos en cantidades esenciales es bien conocido como un medio para aumentar la producción y la calidad total de cosechas. Aunque las plantas tienen la capacidad por sí solas de sintetizar todos los aminoácidos que necesita a partir del nitrógeno, carbono, oxígeno e hidrógeno el proceso bioquímico es muy complejo y consumidor de energía; por lo que, la aplicación de aminoácidos permite un ahorro de energía y un mejor desempeño de la planta en etapas críticas donde requiere elementos altamente disponibles para realizar sus funciones (Angulo, 2009).

#### **2.2.2.2 Bioestimulante a base de algas pardas**

Algunos de los bioestimulantes de origen natural más usados en nuestra agricultura son derivados de algas marinas. Estos productos basan su éxito en la recuperación de los elementos hormonales y/o nutricionales de los cultivos acuáticos, para ser aplicados en los cultivos agrícolas (Carrera y Canacuán, 2011).

Las algas pardas de grandes dimensiones: especies de los géneros *Laminaria* y *Ascophyllum* en Europa, *Sargassum* en países más cálidos como Filipinas, son las más utilizadas (Medjdoub, 2012).

El efecto de los extractos líquidos de algas, más que como abono (que no lo es, ya que su aporte mineral es mínimo), consiste principalmente en la estimulación de sistema radicular y en general, en la estimulación del vigor de la planta. Los extractos líquidos de algas son bioestimulantes (estimuladores del desarrollo y del sistema inmunitario y de defensa de la planta). Los principales disparadores (elicitores) de las reacciones metabólicas que generan la bioestimulación de la planta están compuestos por unos tipos especiales de azúcares (oligosacáridos: moléculas compuestas entre 7 y 25 monómeros de azúcar) que se encuentra en las paredes celulares de las algas (García, 2005).

### **2.2.2.3 Bioestimulante a base de ácidos fúlvicos**

Los bioestimulantes nutricionales son complejos de abonos foliares especiales de enmiendas de sustancias húmicas (ácidos húmicos y fúlvicos) líquidas, que se define como un bioestimulante que activa, sin alterar, los procesos naturales del metabolismo de las plantas (Gallardo, 1998).

Los ácidos fúlvicos son fracciones activas solubles en ácidos fuertes. Constituyen una serie de compuestos sólidos o semisólidos, amorfos, de color amarillento y naturaleza coloidal, fácilmente dispersables en agua y no precipitables por los ácidos, susceptibles en cambio de experimentar floculación en determinadas condiciones de pH y concentración de las soluciones de cationes no alcalinos (FOSAC, 2007).

Son de muy rápida asimilación por las plantas debido a sus conformaciones estructurales simples y pequeñas, actuando como bioestimulantes (FOSAC, 2007).

Según Quiminet (2011), entre las principales ventajas de utilizar ácido fúlvico en agricultura se encuentran (Quiminet, 2011):

- ✓ Regula el pH de la solución.
- ✓ Favorece el crecimiento de las plantas.

- ✓ Facilita la absorción de nutrientes que, por su naturaleza, son difícilmente absorbidos por las plantas.
- ✓ Sirve como bioestimulante.
- ✓ Estimula la división celular y el crecimiento de las plantas.
- ✓ Aumenta la resistencia de las plantas a la sequía.
- ✓ Hace más eficaz la recuperación de cultivos.
- ✓ Mejora los suelos.
- ✓ Promueve la formación de ácidos nucleicos.

### **2.3 Antecedentes**

En Guatemala no se encuentran antecedentes, de que hayan realizado estudios sobre la aplicación de bioestimulantes en el cultivo de berenjena (*Solanum melongena*, Solanaceae).

Según estudios que han realizado en México, en la utilización de bioestimulantes en los cultivos, es una herramienta de nutrición complementaria que permite obtener beneficios adicionales en los sistemas de producción. Estimula el crecimiento y las funciones metabólicas de células y organismos dando como resultado cultivos sanos, fuertes y con mayor producción (Zárate, 2012).

Según Chiriboga (2011), determinó que la aplicación de bioestimulantes en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) si influyeron significativamente en las variables: Altura de planta, diámetro y longitud de los bulbos y rendimiento.

Según Lara (2009), en la evaluación de bioestimulantes foliares en el cultivo de soya (*Glycine max* L.), las variables, número de vainas por planta y peso de 100 semillas, fueron influenciadas positiva y significativamente.

Finalmente, se reporta que para elaborar un programa de nutrición vegetal con base a bioestimulantes hay que establecer pruebas de efectividad de los productos. “Ubicar lotes representativos de prueba y medir las cosechas contra testigos para determinar el costo beneficio que resulte con y sin la utilización de los bioestimulantes. El uso de productos no debe de representar un gasto. Se debe de recuperar la inversión y debe de existir un beneficio adicional. Una vez comprobado esto puede incorporarlo a sus programas de nutrición” (Zarate, 2012).

### III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 3.1 Definición del problema y justificación del trabajo

Uno de los problemas que tienen los productores del cultivo de berenjena (*S. melongena*, Solanaceae) en La Blanca, San Marcos, es el bajo rendimiento que han obtenido en el cultivo, esto debido a los cambios que se están dando en los factores ambientales externos a la planta, como temperatura, luz y humedad (ver anexo 1), que han ido cambiando constantemente, debido al cambio climático que se está dando en el planeta tierra.

Para que la planta de berenjena tenga un buen desarrollo fisiológico y pueda asimilar los nutrientes que el agricultor le proporciona, esta tiene que estar en condiciones ambientales externas adecuados, si esto no ocurre, tiende a disminuir su desarrollo fisiológico, permitiéndole entrar en un estado de estrés, lo cual se ve reflejado en la calidad de los frutos y en el rendimiento del cultivo.

En la actualidad la producción de berenjena en La Blanca, oscila en 20,000 kg/ha. (Albillo, 2012). Esta producción es baja comparada con los rendimientos de productores hondureños. Según USAID-RED (2007), indica que el rendimiento de berenjena ideal es de 28,411 kg/ha.

En los últimos años en el mercado agrícola se han desarrollado productos llamados: bioestimulantes, los cuáles se utilizan para aumentar la calidad en tamaño, color, forma e incrementar el rendimiento en los cultivos, activando el desarrollo de diferentes órganos (raíces, frutos, hojas, entre otros) y reducir los daños causados por el estrés (fitosanitarios, enfermedades, frío, calor, entre otros).

Con esta investigación se identificó cuál de los tres bioestimulantes foliares a base de aminoácidos, de extracto de algas marinas pardas o de ácidos fúlvicos, actuó mejor en el desarrollo fisiológico de la planta de berenjena, obteniendo un buen resultado

técnico, para una buena selección y aplicación de bioestimulante foliar, con la finalidad de mejorar los índices de producción y de calidad, bajo las condiciones de suelo y clima de La Blanca, San Marcos.

Con este estudio se beneficiaron los pequeños productores de La Blanca, al brindarles un documento técnico y científico, para que puedan optimizar bien los recursos (agua, tierra y nutrientes), obteniendo una buena producción y frutos de mejor calidad.

## IV. OBJETIVOS

### General

Evaluar el efecto de tres bioestimulantes foliares a base de aminoácidos, extractos de algas marinas y ácidos fúlvicos, en el rendimiento del cultivo de la berenjena (*S. melongena*) municipio la Blanca, San Marcos.

### Específicos

Identificar el tratamiento que obtenga el mejor rendimiento para el cultivo de berenjena (*S. melongena*).

Determinar que tratamiento presenta la mejor producción comercial de fruta para la exportación del cultivo de berenjena (*S. melongena*).

Determinar el tratamiento que influya en los días a floración.

Establecer la relación beneficio/costo para cada uno de los tratamientos a evaluar.

## V. HIPOTESIS

### Hipótesis alternas

Al menos uno de los bioestimulantes foliares (aminoácidos, algas marinas y ácidos fúlvicos) a evaluar mostrará diferencia estadística en el rendimiento y calidad de la berenjena (*S. melongena*).

Al menos uno de los tratamientos a evaluar incidirá positivamente en la relación beneficio/costo del cultivo de berenjena (*S. melongena*).

## VI. METODOLOGIA

### 6.1 Localización del área de trabajo

#### 6.1.1 Ubicación geográfica

El presente estudio se llevó a cabo en el municipio La Blanca, del departamento de San Marcos (ver figura 1). Se localiza geográficamente en las coordenadas  $14^{\circ} 32' 7.4''$  latitud Norte y  $92^{\circ} 09' 3.7''$  longitud Oeste, respecto al Meridiano de Greenwich (Argueta, 1990).

El municipio La Blanca se encuentra limitado al Norte colinda con la finca "Manchuria", al Sur con el caserío Almendrales, al Este por el Zanjón Pacayá y al Oeste por el río El Naranjo (ver figura 1) (Argueta, 1990).



**Figura 1.** Mapa mostrando la ubicación del departamento de San Marcos y sección de hoja cartográfica señalando la ubicación del municipio La Blanca.

### **6.1.2 Condiciones edafoclimáticas**

Según de la Cruz (1982), basado en el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge, ubica al municipio La Blanca dentro de la zona de vida bosque muy húmedo subtropical cálido (Bmh – sc).

El clima es cálido. La temperatura promedio anual es de 28°C, con máximas promedio de 36°C y mínimas promedio de 20°C. La precipitación media anual es de 1,300 mm, con dos estaciones bien definidas, la época de lluvia va de mayo a noviembre y la época seca de diciembre a abril, siendo la humedad relativa promedio anual de 74% (Argueta, 1990).

Los suelos del municipio La Blanca están desarrollados sobre aluviones cuaternarios, pertenecen a la división fisiográfica de suelos del litoral del pacífico y en su mayor parte a la serie Tiquisate. Ocupan relieves casi planos, con un declive de 1%. Son suelos profundos con textura mediana (francos, franco limoso y franco arenosos), la estructura más generalizada es la de bloques sub angulares medianos de débil a moderadamente desarrollados, con una consistencia de suave a friable. El color de estos suelos es gris a pardo en condiciones húmedas pardo grisáceo a pardo oscuro (Simmons, Tarano, y Pinto, 1959).

El suelo superficial tiene una profundidad de 40 cm, franco, de color café oscuro a café muy oscuro. El contenido de materia orgánica es alrededor del 5%. La estructura es granular fina poco desarrollada y reacción es neutra, pH alrededor de 7.0 (Simmons, Tarano, y Pinto, 1959).

### **6.2 Material experimental**

- a) Se utilizaron plantas en pilón del cultivo de berenjena china, que se caracteriza por tener frutos de forma alargada, color morado oscuro. Su planta es de tipo

arbustivo y puede alcanzar hasta dos metros y medio de altura. Es la más apreciada en el mercado internacional y es la que se siembra en mayor volumen.

b) Tres bioestimulantes foliares a base de aminoácidos, algas marinas, ácidos fúlvicos y un testigo absoluto (sin aplicación de bioestimulante).

### 6.3 Factor estudiado

El factor estudiado corresponde al uso de tres bioestimulantes foliares a base de aminoácidos, algas marinas y ácidos fúlvicos, los cuales son capaces de incrementar el desarrollo, producción y/o crecimiento de los vegetales.

### 6.4 Tratamientos

**Cuadro 2.** Identificación de los tratamientos.

No.	Tratamientos a evaluar.	Código
1	Bioestimulante a base de Aminoácidos de origen vegetal.	T1
2	Bioestimulante a base de extractos de algas pardas.	T2
3	Bioestimulante a base de ácidos fúlvicos.	T3
4	Sin aplicación de bioestimulante (testigo absoluto).	T4

**Fuente:** (El Autor, 2012).

### 6.5 Descripción de los tratamientos

#### 6.5.1 Tratamiento 1 (T1)

Bioestimulante concentrado a base de aminoácidos de origen vegetal. Se aplicó de forma foliar 15 días después del trasplante, con una dosis de 358 gr/ha, la cual es recomendada por la casa productora, con un intervalo de 15 días para un total de 11 aplicaciones. Las especificaciones del producto se presentan en el anexo 2 y 3.

#### 6.5.2 Tratamiento 2 (T2)

Bioestimulante concentrado a base de extractos de algas marinas pardas. Se aplicó de forma foliar 15 días después del trasplante, con una dosis de 430 gr/ha, la cual es

recomendada por la casa productora, con un intervalo de 15 días para un total de 11 aplicaciones. Las especificaciones del producto se presentan en el anexo 4.

### **6.5.3 Tratamiento 3 (T3)**

Bioestimulante a base de ácidos fúlvicos. Se aplicó de forma foliar 15 días después del trasplante, con una dosis de 358 gr/ha, la cual es recomendada por la casa productora, con un intervalo de 15 días para un total de 11 aplicaciones. Las especificaciones del producto se presentan en el anexo 5.

### **6.5.4 Tratamiento 4 (T4)**

A este tratamiento no se le aplicó ningún bioestimulante, por lo cual fue el testigo absoluto.

## **6.6 Diseño experimental**

Para la evaluación se utilizó el diseño de bloques al azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones para un total de 20 unidades experimentales.

## **6.7 Modelo estadístico**

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

En donde:

$Y_{ij}$  = variable respuesta rendimiento bruto, comercial y días a floración como efecto de la aplicación de tres bioestimulantes en el cultivo de berenjena.

$U$  = Efecto de la media general.

$T_i$  = efecto del  $i$ -ésimo bioestimulantes a aplicar.

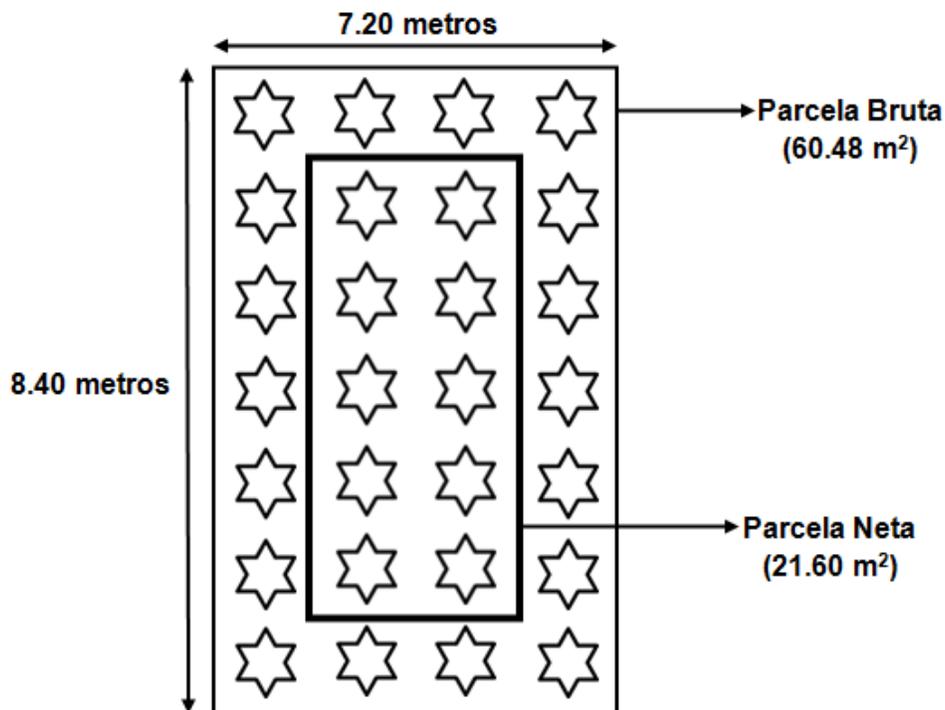
$B_j$  = Efecto del j-ésimo bloque o repetición.

$E_{ij}$  = Error experimental asociado a la i-j-ésima unidad experimental.

## 6.8 Unidad experimental

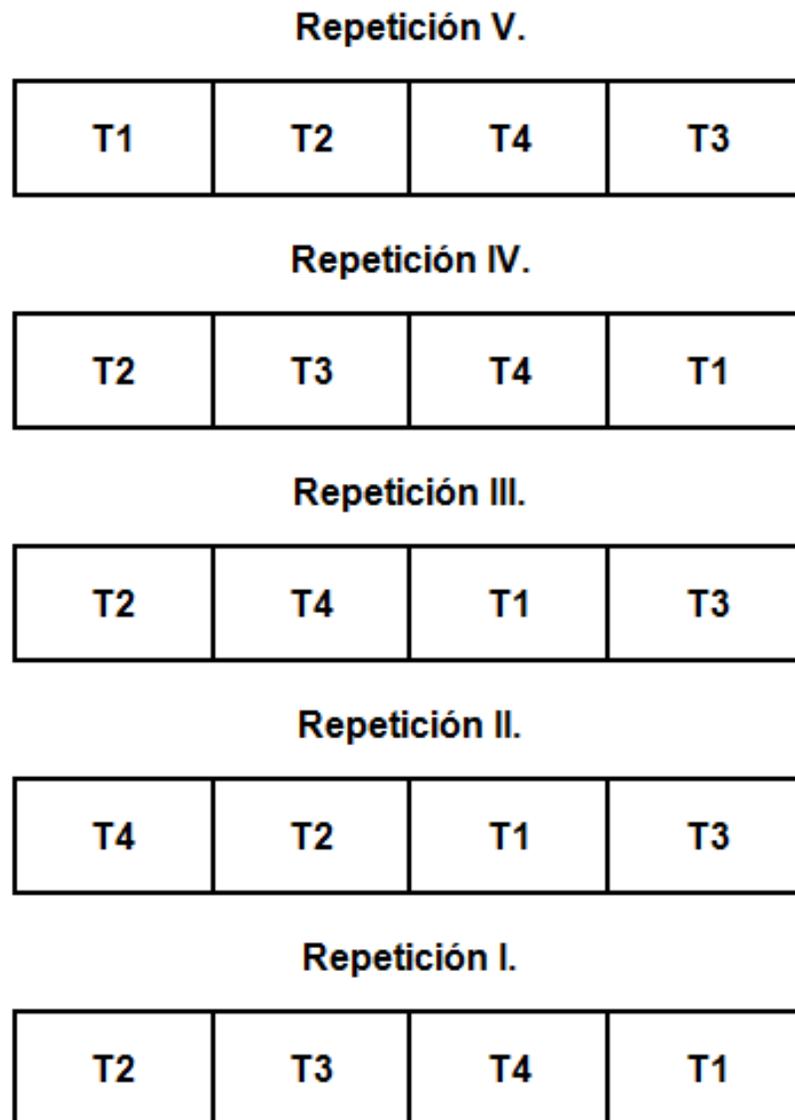
- ✓ Cada parcela bruta tuvo 7.20 m de ancho por 8.40 m de largo haciendo un total de  $60.48 \text{ m}^2$ , para un total de 28 plantas.
- ✓ Cada parcela neta tuvo 3.60 metros de ancho por 6.00 metros de largo haciendo un total de  $21.60 \text{ m}^2$ , para un total de 10 plantas.
- ✓ La distancia de siembra fue de 1.80 metro entre surco por 1.20 metros entre plantas, cada unidad tuvo 4 surcos de 7 plantas cada una.
- ✓ El total de plantas por parcela fue de 28, por bloque 112 y el número de plantas por el ensayo fue de 560 en total.

Todas las especificaciones anotadas se pueden apreciar mejor en la siguiente figura:



**Figura 2.** Esquema de una unidad experimental con sus dimensiones, señalando la parcela bruta y la parcela neta.

## 6.9 Croquis de campo



**Figura 3.** Distribución gráfica de los distintos tratamientos y repeticiones en el campo definitivo.

## 6.10 Manejo del experimento

### 6.10.1 Análisis de suelo

Para el análisis de suelo se tomó una muestra homogénea, la cual estuvo compuesta por 15 sub-muestras del total del área a sembrar, recolectadas en forma de zig-zag.

Para obtener cada sub-muestra se utilizó una pala, haciendo un hoyo en forma de V,

del cual se tomó una tajada de suelo de 1.5 cm de ancho y 20 cm de profundidad. Cada una de las sub-muestras se coló para eliminar piedras, raíces, y basura y se depositaron en un balde plástico. Después de obtener las 15 sub-muestras se mezcló bien el suelo colectado hasta homogeneizarlo y de esta mezcla se obtuvo una muestra que es representativa de toda el área, con un peso de 1 libra, la cual se embolsó e identificó para enviarla al laboratorio. Los resultados obtenidos del análisis de suelo se pueden observar en el anexo 8.

### **6.10.2 Preparación del terreno**

Para obtener una preparación ideal del suelo para el cultivo de berenjena se dio un paso de arado a 30 cm de profundidad, posteriormente se pasó la rastra para mejorar el drenaje y la aireación del suelo.

### **6.10.3 Siembra**

La siembra se realizó a los 30 días después de haber preparado el terreno, utilizando pilones, los cuales se compraron, con un marco de siembra de 1.20 m entre plantas y 1.80 m entre surcos, para obtener una densidad de 4,630 plantas/ ha.

### **6.10.4 Riego**

Se realizó con frecuencias de 3 días, por medio de riego por goteo, para mantener la humedad del suelo.

### **6.10.5 Plan fitosanitario**

Este se llevó a cabo para prevenir y controlar las plagas y enfermedades que afectan el cultivo, tomando en cuenta la rotación de los plaguicidas usados (Ver anexo 6).

A continuación se detallan las plagas encontradas en el cultivo.

**Cuadro 3.** Plagas del cultivo de berenjena.

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Daño que ocasiona</b>
<b>Mosca blanca</b>	<i>Bemisia tabaci</i>	Transmisión de virus
<b>Minador</b>	<i>Liriomyza spp.</i>	Túneles en el follaje
<b>Trips</b>	<i>Thrips tabaci, T. palmi, Frankliniella spp.</i>	Se alimentan del follaje y están en las axilas
<b>Acaros</b>	<i>Tetranychus urticae</i>	Malformación de frutos

**Fuente:** (El Autor, 2014)

### 6.10.6 Control de malezas

Se realizó antes de cada fertilización en forma manual, a cada 30 días.

### 6.10.7 Fertilización

El programa de fertilización se realizó conforme a los resultados obtenidos del programa Smart fertilizer, en el cual se ingresaron los requerimientos del cultivo (ver anexo 7) y los resultados del análisis de suelo (ver anexo 8).

**Cuadro 3.** Programa de fertilización utilizado durante el estudio.

<b>No. de aplicaciones</b>	<b>Intervalo de aplicación</b>	<b>Formula</b>	<b>Dosis</b>	<b>Obs.</b>
6	30 días	46-00-00 + 00-00-60	156.21 kg/ha + 26.13 kg/ha	Incorporado
11	15 días	Boro	8.04 litros/ha	Foliar

**Fuente:** (El autor, 2013).

### 6.10.8 Aplicación de Bioestimulantes

Los bioestimulantes se aplicaron de forma foliar, con la dosis recomendada por las casas productoras, de acuerdo al cuadro siguiente:

**Cuadro 4.** Cuadro de aplicaciones de bioestimulantes para el ensayo.

<b>Código</b>	<b>Tipo de bioestimulante</b>	<b>Dosis (g/ha)</b>	<b>Momento de aplicación (ddt)</b>	<b>Intervalo de tiempo (días)</b>	<b>Numero de aplicaciones.</b>
T1	Aminoácidos	358	15	15	11
T2	Algas marinas	430	15	15	11
T3	Acidos fúlvicos	358	15	15	11

**Fuente:** (El autor, 2012).

### **6.10.9 Poda y deshije**

Se realizó a los 30 días después del trasplante; eliminando todas las hojas viejas y en contacto con el suelo como también los primeros hijos que nacieron en la base del tallo de la planta.

A los 50 días, se repitió el deshije y se eliminaron los primeros frutos de la cosecha.

Cuando el cultivo se estableció (entre 60 a 70 días después del trasplante) se inició la poda de flores que formaron racimos de tres para dejar solamente una (generalmente la del centro) bien desarrollada y colgante. Se mantuvo una poda constante de ramas y hojas viejas y enfermas, así también de frutos indeseables y no exportables. Se dejó la planta con un 60% de follaje en cada poda.

### **6.10.10 Tutorado**

Se llevó a cabo entre los 40 a 45 días, para lo que se utilizó estacas distanciadas cada 3 metros en dirección del surco, con una altura de 3 metros y se enterraron por lo menos 50 cm en el suelo para que quedara firme. Se colocó una línea de alambre liso galvanizado # 16 que une las estacas en su parte superior y de este alambre al mismo tiempo depende un hilo de pita que se amarra a la base del tallo. Esta primera pita sostuvo la planta en forma erguida para evitar su inclinación por el peso de ramas y frutos. Posteriormente se colocaron otras pitas que ayudaron a orientar la dirección de las otras ramas y mantenerlas de forma ordenada.

### **6.10.11 Cosecha**

Se inició a los 60 días después del trasplante con una frecuencia de 2 veces por semana durante un periodo de 16 semanas.

Para determinar la calidad del fruto se tomaron 3 parámetros de exportación: una longitud de 20–30 cm, un diámetro de 3.5–5 cm y una coloración morado claro. Estos parámetros fueron tomados según los criterios de la planta empacadora de berenjena situada en el municipio de La Blanca, San Marcos.

### **6.11 Variables de respuesta**

#### **✓ Rendimiento bruto**

Se tomó el peso por cada tratamiento medido en kg/ha de todos los frutos haciendo una medida al final del ciclo.

#### **✓ Rendimiento comercial**

Se pesaron los frutos por cada tratamiento medido en kg/ha, que dieron los tres parámetros de calidad de exportación:

La longitud de 20 a 30 cm.

El diámetro de 3.5 a 5.0 cm.

La coloración morado claro.

#### **✓ Días a floración**

Se contaron los días que transcurrieron desde el trasplante hasta que las parcelas presentaron un 50% de la floración por cada tratamiento evaluado.

#### **✓ Análisis de relación beneficio/costo por tratamiento**

Se llevaron registros económicos de cada uno de los tratamientos evaluados. Al final se realizó un análisis de los costos, los ingresos y se determinaron los indicadores económicos de Rentabilidad y Beneficio/Costo.

## **6.12 Análisis de la información**

### **6.12.1 Análisis estadístico**

Los resultados obtenidos en base al rendimiento, se tabularon y se sometieron a la prueba de análisis de varianza (ANDEVA), para determinar significancia entre los tratamientos. Cuando las diferencias entre fuentes de variación fueron estadísticamente significativas se procedió a efectuar comparaciones múltiples de medias, utilizando para ello la prueba de Tukey  $\alpha = 0.05$  de probabilidad. Las variables se analizaron también por medio de graficas comparativas (Reyes, 1981).

### **6.12.2 Análisis económico**

Una tecnología se considera válida si y solo si, satisface los criterios de eficiencia técnica y eficiencia económica bajo las condiciones del agricultor que la utilizará, por esta razón se utilizó el parámetro relación beneficio/costo para evaluar cada tratamiento económicamente.

Se realizó un análisis económico de los tratamientos de estudio, además de un presupuesto que incluye los costos variables, costos fijos, ingreso bruto y de lo que se menciona a continuación.

- ✓ Beneficio/Costo.
- ✓ Análisis de utilidad y rentabilidad.

## VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 7.1 Rendimiento bruto

En el cuadro 5, se presentan los resultados obtenidos del rendimiento bruto en kg/ha, de cada uno de los tratamientos con sus respectivos bloques, en donde podemos observar que el tratamiento a base de algas marinas obtuvo un 35% más de producción en comparación con el testigo absoluto, al cual no se le aplicó ningún bioestimulante, los cuales se utilizaron para la realización del análisis de varianza.

**Cuadro 5.** Rendimiento bruto en kg/ha de los cuatro tratamientos evaluados.

Tratamientos	Bloques					Promedio kg/ha
	I	II	III	IV	V	
Aminoácidos	23,655.03	24,504.29	26,589.88	22,170.69	28,568.37	25,097.65
Algas marinas	24,583.83	28,907.20	29,745.19	24,645.83	27,704.70	27,117.35
Acidos fúlvicos	23,078.21	22,161.30	19,564.65	21,035.83	26,492.18	22,466.44
Testigo absoluto	17,202.65	22,918.29	20,956.29	20,995.75	18,267.99	20,068.20

**Fuente:** (Información de campo, 2014)

En el cuadro 6, se presenta el análisis de varianza de la variable rendimiento bruto en kg/ha, el cual muestra una diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados, en donde la F calculada 8.89 es mayor a la F de tablas 3.49. Lo anterior significa que por lo menos existe un tratamiento mejor que los demás evaluados. Por lo tanto fueron sometidos a comparación de medias utilizando la técnica de Tukey  $\alpha = 0.05$ . Los datos obtenidos son confiables, debido a que se obtuvo un coeficiente de variación de 9.73%.

**Cuadro 6.** Análisis de varianza para la variable rendimiento bruto en kg/ha.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F t 5%	
<b>Tratamientos</b>	3	141713806.73	47237935.58	8.89	3.49	**
<b>Bloques</b>	4	32889729.63	8222432.41	1.55	3.26	NS
<b>Error</b>	12	63729643.26	5310803.61			
<b>Total</b>	19	238333179.62				

**Fuente:** (Información de campo, 2014)

NS = No significancia.

\*\* = Alta significancia.

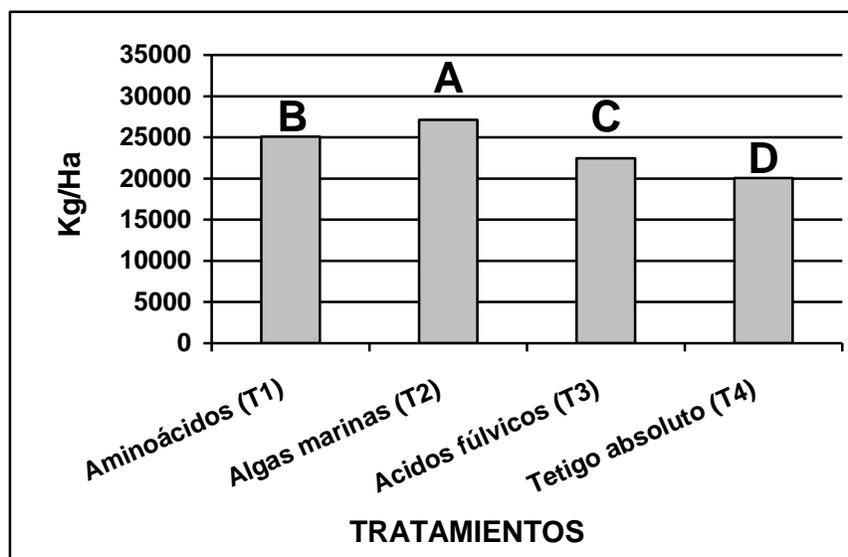
En el cuadro 7, se presentan los resultados de la variable rendimiento bruto, obtenidos de la prueba de medias utilizando la técnica de Tukey  $\alpha = 0.05$ , el tratamiento que presento el mejor resultado, fue el bioestimulante a base de algas marinas, esto debido a que presento una mayor floración, con lo que se obtuvo una mayor cantidad de frutos y un mejor peso/fruto, ya que en este tratamiento se obtuvo un total de 112,989 frutos, con un peso de 0.24 kg/fruto, para un rendimiento de 27,117.35 kg/ha. El segundo mejor tratamiento fue el bioestimulante a base de aminoácidos, en donde se obtuvo 104,574 frutos, con un peso de 0.24 kg/fruto, para un rendimiento de 25,097.65 kg/ha. Seguido del bioestimulante a base de ácidos fúlvicos, el cual obtuvo 106,983 frutos, con un peso de 0.21 kg/fruto, dando un rendimiento de 22,466.44 kg/ha. El tratamiento que presento el rendimiento más bajo fue el testigo absoluto, al cual no se le aplico ningún bioestimulante, en el cual se obtuvo 111,490 frutos, con un peso de 0.18 kg/fruto, con un rendimiento de 20,068.20 kg/ha.

**Cuadro 7.** Prueba de medias de Tukey para la variable rendimiento bruto.

Tratamientos	Rendimiento bruto (Kg/ha)	Prueba de medias Tukey
<b>Algas marinas</b>	27,117.35	A
<b>Aminoácidos</b>	25,097.65	B
<b>Acidos fúlvicos</b>	22,466.44	C
<b>Testigo absoluto</b>	20,068.20	D

**Fuente:** (Información de campo, 2014)

En la figura 4, se puede observar la diferencia de los resultados que se obtuvo, entre los tratamientos evaluados, para la variable rendimiento bruto.



**Figura 4.** Rendimiento bruto en kg/ha.

## 7.2 Rendimiento comercial

Los datos obtenidos sobre el rendimiento de la variable comercial en kg/ha, de cada uno de los tratamientos se presentan en el cuadro 8, en donde se puede observar de que el tratamiento de algas marinas presento la mejor producción con 24,849.98 kg/ha, el cual obtuvo un 37% más de producción que el testigo absoluto, dichos datos se utilizaron para realizar el análisis de varianza.

**Cuadro 8.** Rendimiento comercial en kg/ha de los tratamientos evaluados.

Tratamientos	Bloques					Promedio kg/ha
	I	II	III	IV	V	
Aminoácidos	21,483.55	21,994.61	24,543.92	20,010.11	26,297.44	22,865.93
Algas marinas	22,649.08	25,888.32	27,517.35	22,547.42	25,647.74	24,849.98
Acidos fúlvicos	20,280.09	19,122.69	18,384.70	20,993.25	23,155.20	20,387.18
Testigo absoluto	14,716.44	20,137.09	22,519.35	17,940.64	15,334.60	18,129.62

**Fuente:** (Información de campo, 2014)

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza para la variable rendimiento comercial presentado en el cuadro 9, se estableció que los tratamientos presentaron diferencia significativa, ya que la F calculada es mayor que la F de tablas, lo cual indica que al menos uno de los tratamientos evaluados es mejor que los demás, debido a esto se realizó una prueba múltiple de medias de Tukey  $\alpha = 0.05$ . Se consideran confiables los datos debido a que el coeficiente de variación fue de 10.93%.

**Cuadro 9.** Análisis de varianza para la variable rendimiento comercial en kg/ha.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F t 5%	
<b>Tratamientos</b>	3	128361989.60	42787329.87	7.70	3.49	**
<b>Bloques</b>	4	34188821.81	8547205.45	1.54	3.26	NS
<b>Error</b>	12	66650046.75	5554170.56			
<b>Total</b>	19	229200858.15				

**Fuente:** (Información de campo, 2014)

NS = No significancia

\*\* = Alta significancia

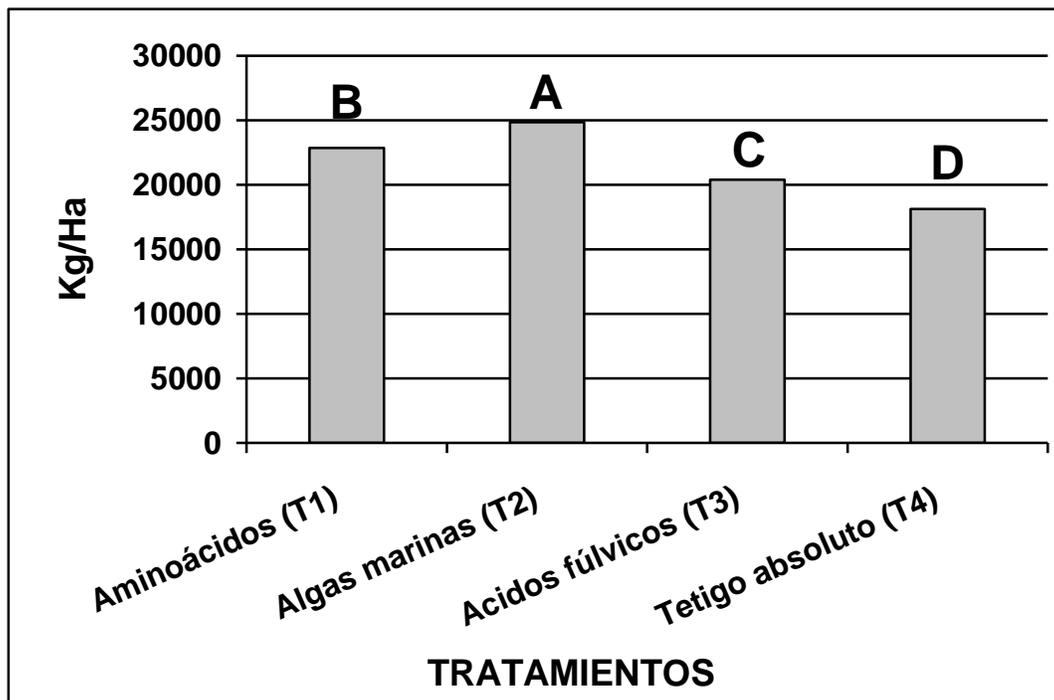
En el cuadro 10, se presentan los resultados de la prueba múltiple de medias de Tukey al 5%, por medio del cual se determinó que en la variable rendimiento comercial, el tratamiento que contribuyó a obtener más frutos que califican dentro de los siguientes parámetros de exportación: una longitud de 20–30 cm, un diámetro de 3.5–5 cm y una coloración morado claro, fue el bioestimulante a base de algas marinas, ya que con el cual se obtuvo 108,648 frutos, con un peso de 0.23 kg/fruto, para un rendimiento de 24,849.98 kg/ha. El segundo mejor tratamiento fue el bioestimulante a base de aminoácidos, obteniendo 97,324 frutos, con un peso de 0.23 kg/fruto, para un rendimiento de 22,849.98 kg/ha. Seguido del bioestimulante a base de ácidos fúlvicos, en donde se obtuvo 91,487 frutos, con un peso de 0.22 kg/fruto, para un rendimiento de 20,387.18 kg/ha. El tratamiento que presentó el menor rendimiento fue nuestro testigo absoluto, con 18,129.62 kg/ha, en el cual se obtuvo 89,164 frutos, con un peso de 0.20 kg/fruto.

**Cuadro 10.** Prueba múltiple de medias de Tukey para la variable rendimiento comercial.

Tratamientos	Rendimiento bruto Kg/ha	Prueba de medias Tukey
Algas marinas	24,849.98	A
Aminoácidos	22,865.93	B
Acidos fúlvicos	20,387.18	C
Testigo absoluto	18,129.62	D

**Fuente:** (Información de campo, 2014)

En la figura 5, se pueden observar la diferencia de los resultados obtenidos para la variable rendimiento comercial con relación a los bioestimulantes aplicados.

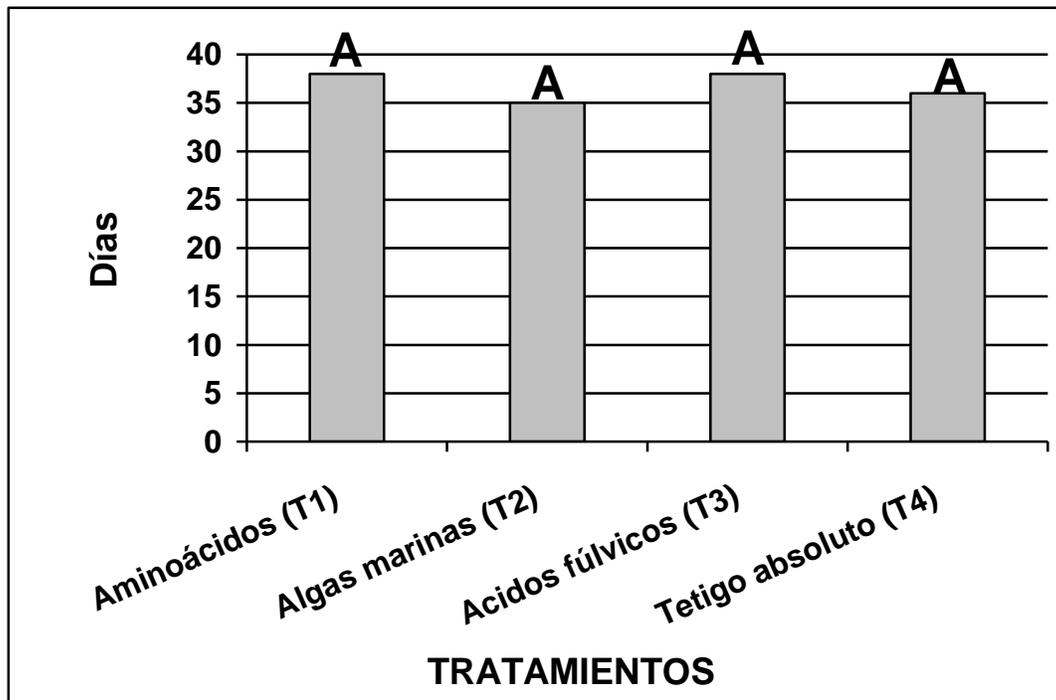


**Figura 5.** Resultados de la variable rendimiento comercial en kg/ha.

### 7.3 Días a floración

En la figura 6, se puede observar que entre los tratamientos no presentan diferencia entre sus resultados, debido a que los bioestimulantes no causaron un efecto significativo en los días que transcurrieron desde su trasplante hasta su floración,

presentando los siguientes resultados: el bioestimulante a base de algas marinas 35 días, el testigo absoluto al cual no se le aplicó ningún bioestimulante 36 días, mientras los bioestimulantes a base de aminoácidos y ácidos fúlvicos 38 días. Es por ello que no se realizó el análisis de varianza, debido a que no presentarían diferencia estadística entre los tratamientos evaluados.



**Figura 6.** Resultados de la variable días a floración.

#### 7.4 Análisis económico

En el análisis económico se tomaron en cuenta los costos realizados en cada tratamiento. Los cuales se pueden observar de forma detallada en el anexo 9.

En el cuadro 13, se presentan de forma resumida los costos de producción y los ingresos que se obtuvieron en los tratamientos evaluados. El tratamiento que obtuvo la mejor utilidad de Q. 119,267.25 fue el bioestimulante a base de algas marinas (T2), seguido del bioestimulante a base de aminoácidos con una utilidad de Q. 105,052.35,

los tratamientos que obtuvieron una menor utilidad fueron los bioestimulantes a base de ácidos fúlvicos y el testigo absoluto, con Q. 86,447.37 y Q. 69,927.94 respectivamente.

**Cuadro 11.** Resumen de los costos e ingresos de los tratamientos evaluados.

<b>Tratamientos</b>	<b>Producción kg/ha</b>	<b>Precio/ kg (Q)</b>	<b>Ingreso bruto (Q)</b>	<b>Costos totales (Q)</b>	<b>Utilidad (Q)</b>
<b>Aminoácidos (T1)</b>	22865.93	7.53	172,180.45	67,128.10	105,052.35
<b>Algas marinas (T2)</b>	24849.98	7.53	187,120.35	67,853.10	119,267.25
<b>Acidos fúlvicos (T3)</b>	20387.18	7.53	153,515.47	67,068.10	86,447.37
<b>Testigo absoluto (T4)</b>	18129.62	7.53	136,516.04	66,588.10	69,927.94

**Fuente:** (El autor, 2014).

El cuadro 14 muestra la rentabilidad y el beneficio/costo obtenidos en los tratamientos evaluados. El tratamiento con una mejor rentabilidad fue el bioestimulante a base de algas marinas con 175.77% y un beneficio/costo de 2.76, seguido del bioestimulante a base de aminoácidos con una rentabilidad de 156.50% y un beneficio/costo de 2.56. Los tratamientos que obtuvieron una menor rentabilidad y un menor beneficio/costo son el bioestimulante a base de ácidos fúlvicos y el testigo absoluto.

**Cuadro 12.** Rentabilidad y Beneficio/Costo de los tratamientos evaluados.

<b>Tratamientos</b>	<b>Rentabilidad (%)</b>	<b>Beneficio/Costo</b>
<b>Aminoácidos (T1)</b>	156.50	2.56
<b>Algas marinas (T2)</b>	175.77	2.76
<b>Acidos fúlvicos (T3)</b>	128.89	2.29
<b>Testigo absoluto (T4)</b>	105.02	2.05

**Fuente:** (El autor, 2014).

## VIII. CONCLUSIONES

El tratamiento que obtuvo mejores resultados para la producción en el cultivo de berenjena (*Solanum melongena*), fue el tratamiento en el cual se utilizó un bioestimulante a base de algas marinas.

Dentro de los tratamientos evaluados, el que presentó mayor producción comercial conforme los siguientes parámetros de exportación: una longitud de 20–30 cm, un diámetro de 3.5–5 cm y una coloración morado claro, en el cultivo de berenjena (*Solanum melongena*), fue el tratamiento 2, utilizando un bioestimulante a base de algas marinas.

Ningún tratamiento influyó en los días a floración, en el cultivo de berenjena (*Solanum melongena*).

El tratamiento que presentó una mejor relación beneficio/costo en el cultivo de berenjena (*Solanum melongena*) fue algas marinas.

## IX. RECOMENDACIONES

Para obtener mejores rendimientos y un mejor beneficio/costo en el cultivo de berenjena (*S. melongena*), se recomienda aplicar un bioestimulante foliar a base de algas marinas, bajo las condiciones de suelo y clima del municipio de La Blanca, San Marcos.

Se recomienda evaluar la aplicación del bioestimulante foliar a base de algas marinas, en diferentes dosis, para observar los resultados en el rendimiento del cultivo de berenjena (*S. melongena*).

Se recomienda implementar un programa de fertilización de acuerdo al requerimiento del cultivo y a los resultados del análisis de suelo, para obtener buenos resultados al momento de utilizar el bioestimulante, en el cultivo de berenjena (*S. melongena*).

## X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Albillo, E. E. (2012, Agosto 15). Entrevista personal.
- Angulo R, F. R. (2009). Evaluación de cuatro bioestimulantes comerciales en el desarrollo de plantas injertadas de cacao (*theobroma cacao* L.) cultivar nacional. Escuela superior politecnica de chimborazo Ecuador. Tesis Ingeniero Agrónomo. (en línea) Recuperado el 12 de septiembre de 2,012. disponible en: <http://dspace.espoeh.edu.ec/bitstream/123456789/319/1/13T0621ANGULO%20FERMIN.pdf>
- Argueta M., A. H. (1990). Diagnóstico del cultivo de platano (*Musa paradisiaca* L.) con riego de la dirección técnica de riego y avenamiento (DIRYA) en el parcelamiento la Blanca, Ocos, San Marcos. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de agronomía. USAC, Guatemala
- Baca U., G. (1999). Evaluación de proyectos. Tercera edición. Editorial McGraw-Hill. México. 500 pág.
- Banco de Guatemala (Banguat). (2012). Exportaciones realizadas. (en línea) Recuperado el 12 de septiembre de 2012. Disponible en: [http://www.banguat.gob.gt/estaeco/ceie/hist/pdfs/2011/TA/kG-116\\_2011.pdf](http://www.banguat.gob.gt/estaeco/ceie/hist/pdfs/2011/TA/kG-116_2011.pdf)
- Carrera D. E., & Canacúan A. Z. (2011). Efecto de tres bioestimulantes orgánicos y un químico en dos variedades de frijol arbustivo, cargabello y calima rojo (*Phaseolus vulgaris* L.) en coatacachi-imbabura. Universidad tecnica del Norte Ecuador. (en línea) Recuperado el 11 de septiembre de 2,012. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/782/2/03%20AGP%20118%20DOCUMENTO%20TESIS.pdf>
- Chavarria S, L. M. (2,010). Berenjena. Ministerio de Economía de Honduras. (en línea). Recuperado el 06 de septiembre de 2012, disponible en: <http://www.minec.gob.sv/cajadeherramientasue/images/stories/fichas/honduras/hn-berenjena.pdf>
- Chiriboga, A. (2,011). Efectos de aplicación de tres bioestimulantes foliares sobre el rendimiento de la cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.) En el cantón Montufar, provincia del Carchi. Tesis Ingeniero Agrónomo. (En línea) Recuperado el 19 de septiembre de 2,012. Disponible en: <http://repositorio.utb.edu.ec:8080/handle/123456789/105>
- De la Cruz S., J. R. (1982). Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala: Instituto Nacional Forestal. 42 p.

- Ecured (2012). Berenjena. Ecured. (en línea). Recuperado el 02 de octubre de 2012. Disponible en: <http://www.ecured.cu/index.php/Berenjena>
- Fornaris, G. J. (2006). Conjunto tecnológico para la producción de berenjena. Universidad de Puerto Rico Mayagüez. (en línea). Recuperado el 23 de julio de 2012, disponible en: <http://openpublic.eea.uprm.edu/sites/default/files/documents/files/Technological%20Package%20-%20Eggplant.pdf>
- FOSAC. (2007). Importancia de los ácidos húmicos. Fertilizantes orgánicos S.A.C. (en línea). Recuperado el 11 de septiembre de 2012. Disponible en: <http://fosacperu.blogspot.com/2007/07/importancia-de-los-cidos-humicos-del-mo.html>
- FUMEX. (2012). Bioestimulantes. (en línea). Recuperado el 05 de Septiembre de 2012. Disponible en: <http://www.fumex.cl/ecobioestimulantes.html>
- Gallardo R, N. G. (1998). Efecto de la aplicación de bioestimulantes en floración de palto (Persea americana) Mill. cv. Hass sobre la cuaja y retención de frutos. Universidad Católica de Valparaíso Chile. (en línea). Recuperado el 07 de septiembre de 2,012. Disponible en: <http://www.fichier-pdf.fr/2012/05/23/biost-avocatier/biost-avocatier.pdf>
- García R. G. (2005). Efectos de un multiextracto de algas y cianobacterias sobre la producción y calidad de tomate ecológico e integrado. Horticom. (en línea). Recuperado el 11 de septiembre de 2012. Disponible en: <http://www.horticom.com/pd/imagenes/59/039/59039.html>
- Instituto nacional de sismología, vulcanología, meteorología e hidrología (INSIVUMEH). (2012). Parametros de la estacion de Tecun Uman, San Marcos. (en línea). Recuperado el 18 de noviembre de 2,012. Disponible en: <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/SAN%20MARCOS/TECUN%20UMAN%20PARAMETROS.htm>
- Jorquera, Y., & Yuri, J. A. (2006). Bioestimulantes. Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca. (en línea). Recuperado el 11 de septiembre de 2,012. Disponible en: [http://pomaceas.otalca.cl/html/Docs/pdf/2006\\_06\\_06.pdf](http://pomaceas.otalca.cl/html/Docs/pdf/2006_06_06.pdf)
- Lara L., S. E. (2,009). Evaluación de varios bioestimulantes foliares en la producción del cultivo de soya (Glycine max L.), en la zona de Babahoyo Provincia de Los Ríos. Tesis Ingeniero Agropecuario. (en línea). Recuperado el 20 de septiembre de 2012. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6573/1/D-39141.pdf>

- Lima, C. (2000). Conjunto tecnológico para la producción de berenjena. FUTURECO.
- Medjdoub, R. (2012). Las algas marinas y la agricultura. Terralia. (en línea). Recuperado el 11 de septiembre de 2012. Disponible en: <http://www.terralia.com/articulo.php?recordID=5806>
- Michitte, P. (2007). Nutrición vegetal: Aminoácidos. Laboratorios ECONATUR. (en línea) Recuperado el 11 de septiembre de 2012. Disponible en: <http://www.econatur.net/media/File/aminoacidos.pdf>
- Núñez, E. R. (1981). Principios de fertilización agrícola con abonos orgánicos. Biotecnología para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos. AGT Editor S.A. México, D. F. 117 p.
- Olguin, S. (2010). Usos medicinales y aplicaciones curativas de la berenjena. Plantas para curar. (en línea) Recuperado el 6 de septiembre de 2012. Disponible en: <http://www.plantasparacurar.com/usos-medicinales-y-aplicaciones-curativas-de-la-berenjena/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2012). FAOSTAT. (en línea) Recuperado el 12 de septiembre de 2012. disponible en: [http://faostat3.fao.org/home/index\\_es.html?locale=es#DOWNLOAD](http://faostat3.fao.org/home/index_es.html?locale=es#DOWNLOAD)
- Quiminet. (2011). Aproveche las ventajas de utilizar ácido fúlvico en la agricultura. Quiminet. (en línea). Recuperado el 11 de septiembre de 2012. Disponible en: <http://www.quiminet.com/articulos/aproveche-las-ventajas-de-utilizar-acido-fulvico-en-la-agricultura-2644286.htm>
- Reyes, C. P. (1981). Diseños de experimentos aplicados. Primera edición. Editorial Trillas. México. 340 pp.
- Sanabria, H. (2011). Beneficio de aminoácidos ante situaciones de estrés del cultivo. Hortalizas. (en línea). Recuperado el 03 de octubre de 2012. Disponible en: <http://www.hortalizas.com/articulo/26092/beneficios-de-aminoacidos-ante-situaciones-de-estres-del-cultivo>
- Serrano Cermeño, Z. (2006). Cultivo de la berenjena. Madrid: Publicaciones de extensión agraria.
- Simmons, C. H., Tarano, J. M., & Pinto, J. H. (1959). Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. (P. Tirado Sulsona, Trad.) Guatemala: Jose de Pineda Ibarra. 175 - 293 p.

USAID-RED. (2,007). Manual de producción de berenjena (*Solanum melongena* Solanaceae). Proyecto de diversificación económica rural. (en línea) Recuperado el 22 de julio de 2,012. Disponible en: <http://www.fintrac.com/docs/RED/MANUAL%20DE%20PRODUCCION%20DE%20BERENJENA%20Final.pdf>

Zárate Chávez, J. d. (2012). El uso de bioestimulantes se traduce en cultivos sanos y fuertes. Horticultivos. (en línea). Recuperado el 12 de septiembre de 2012. Disponible en: <http://www.horticultivos.com/component/content/article/49-front-page/605-el-uso-de-bioestimulantes-se-traduce-en-cultivos-sanos-y-fuertes>

## **XI. ANEXOS**

**Anexo 1.** Registro de los parámetros climáticos del municipio de Tecún Uman, del departamento de San Marcos.

<b>Año</b>	<b>Temperatura mínima (°C)</b>	<b>Temperatura máxima (°C)</b>	<b>Humedad relativa (%)</b>
2005	20.8	33.9	77
<b>2006</b>	21.0	34.2	74
<b>2007</b>	21.9	34.5	73
<b>2008</b>	22.2	34.0	74
<b>2009</b>	21.8	34.7	71
<b>2010</b>	22.8	34.4	73

**Fuente:** (Instituto nacional de sismología, vulcanología, meteorología e hidrología, 2012)

**Anexo 2.** Composición química del bioestimulante a base de aminoácidos.

<b>Elemento</b>	<b>Composición % (p/p)</b>
Aminoácidos libres	45.00 %
Nitrógeno total	7.25 %
Magnesio (MgO)	3.63 %
Zinc (Zn)	0.79 %
Molibdeno (Mo)	0.02 %
Manganeso (Mn)	0.01 %
Cobre (Cu)	0.79 %
Hierro (Fe)	0.79 %
Azufre (SO <sub>3</sub> )	2.05 %
Boro (B)	1.58 %
Inertes	38.06 %

**Fuente:** (Enlasa, 2012).

**Anexo 3.** Aminoácidos presentes en el bioestimulante a base de aminoácidos.

<b>Aminoácidos de origen vegetal</b>	<b>% p/p Neto en producto final formulado</b>
Fenilalanina	0.90
Acido aspártico	2.25
Acido glutámico	4.05
Isoleucina	0.45
Histidina	1.35
Treonina	0.45
Prolina	4.50
Metionina	1.80
Arginina	2.70
Serina	2.25
Glicina	4.95
Cisteína	0.90
Leucina	4.05
Valina	4.50
Tirosina	3.60
Alanina	1.80
lisina	4.50
<b>Total</b>	<b>45.00</b>

**Fuente:** (Enlasa, 2012).

**Anexo 4.** Composición química del bioestimulante a base de extractos de algas marinas pardas.

<b>Elemento</b>	<b>Composición % (p/p)</b>
Ácidos orgánicos	70.03 %
Fulvatos	4.11 %
Nitrógeno (N)	1.35 %
Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.65 %
Potasio (K <sub>2</sub> O)	10.04 %
Calcio (CaO)	1.17 %
Magnesio (MgO)	1.57 %
Zinc (Zn)	0.79 %
Molibdeno (Mo)	0.02 %
Azufre (SO <sub>3</sub> )	4.29 %
Manganeso (Mn)	0.01 %
Cobre (Cu)	0.01 %
Hierro (Fe)	0.01 %
Boro (B)	0.05 %
Aminoácidos	0.90 %
Humedad	5.00 %
<b>Total</b>	<b>100.00 %</b>

**Fuente:** (Enlasa, 2012).

**Anexo 5.** Composición química del bioestimulante a base de ácidos fúlvicos.

<b>Elemento</b>	<b>Composición % (p/p)</b>
Nitrógeno (N)	2.35 %
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.65 %
Potasio (K <sub>2</sub> O)	9.80 %
Calcio (CaO)	1.17 %
Magnesio (MgO)	1.57 %
Zinc (Zn)	0.79 %
Molibdeno (Mo)	0.02 %
Azufre (SO <sub>3</sub> )	4.29 %
Manganeso (Mn)	0.01 %
Cobre (Cu)	0.01 %
Hierro (Fe)	0.01 %
Boro (B)	0.05 %
Fulvatos	70.03 %
Humatos	4.11 %
Aminoácidos	1.14 %
Humedad	4.00 %
<b>Total</b>	<b>100.00 %</b>

**Fuente:** (Enlasa, 2012).

**Anexo 6.** Plaguicidas utilizados en la investigación.

<b>Ingrediente activo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Dosis/ Ha.</b>	<b>Forma de aplicación</b>
Azadirachta indica	Insecticida	Litros	1.00	Asperjado
Tiametoxam	Insecticida	Kg.	0.13	Asperjado
Spinosad	Insecticida	Litros	0.25	Asperjado
Thiacloprid + Beta-Cyfluthrin	Insecticida	Litros	0.25	Asperjado
Imidacloprid	Insecticida	Litros	0.25	Asperjado
Mancozeb + Metalaxil	Fungicida	Kg.	0.70	Tronqueado
Carbendazim	Fungicida	Litros	0.25	Tronqueado
Bacillus subtilis	Fungicida	Litros	2.00	Tronqueado
Azoxystrobin	Fungicida	Kg.	0.40	Tronqueado
Estreptomycin + Oxitetraciclina	Bactericida	Kg.	0.25	Tronqueado

**Fuente:** (El autor, 2013).

## Anexo 7. Resultados para el plan de fertilización.



### Berenjena

#### Datos de Cultivo

<u>Cultivo :</u>	Berenjena
<u>Variedad :</u>	China
<u>Etapas de Crecimiento/Recomendación :</u>	General
<u>Rendimiento Esperado :</u>	30 <i>MT/ha</i>
<u>Método de Cultivo :</u>	Campo abierto

Unidades : kg/ha

#### Requerimientos Nutricionales :

Formas de N																		
N Total	N-NO3	N-NH4	N-NH2	P2O5	K2O	Ca	Mg	S	B	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo	Na	HCO3	Cl	
442.000				121	627	138	97		6									

Unidades : kg/ha

Requerimientos Nutricionales Ajustados por Requerimiento de : 180 *Días*

#### Análisis de Suelo/Foliar

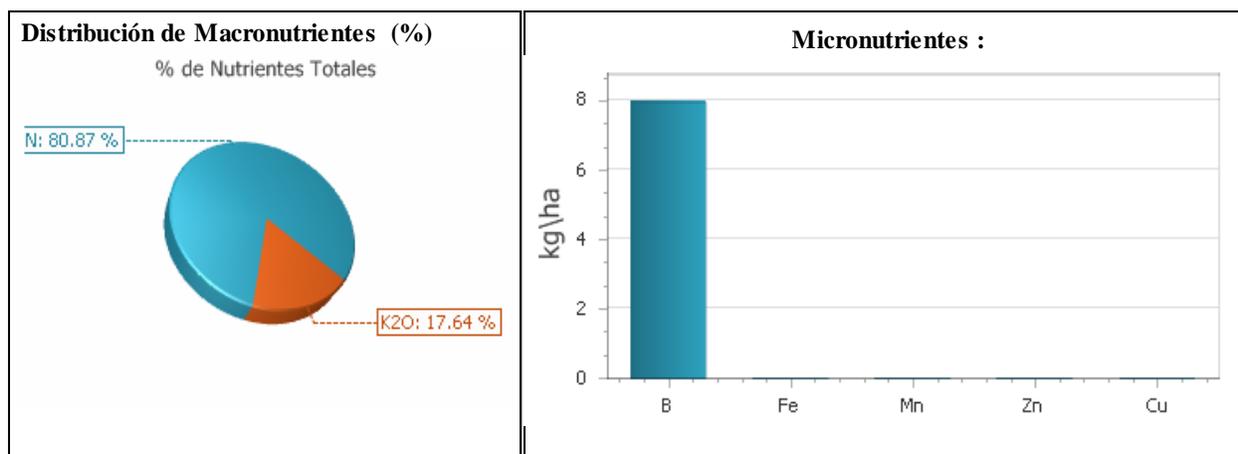
Formas de N																		
N Total	N-NO3	N-NH4	N-NH2	P2O5	K2O	Ca	Mg	S	B	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo	Na	HCO3	Cl	
431.15				0	94.05	0	0		7.956	0	0	0	0					

Proporciones en kg/ha

K2O:N = 1:4.58

Balance catiónico-aniónico (%meq) Falta la forma iónica del nitrógeno.

:



Fuente: (Smart fertilizer, 2013)

## Anexo 8. Resultados del análisis de suelo.



14 Avenida 19-50, Condado El Naranjo, Bodega # 23  
 Oficinas San Sebastián, Zona 4 de Mixco, Guatemala  
 PBX 2416-2916 Fax: 2416-2917  
 info@solucionesanaliticas.com  
 www.solucionesanaliticas.com

### INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

Cliete : ERICK FERNANDO GRANADOS ESCOBAR (11074)  
 Persona Responsable : ERICK FERNANDO GRANADOS  
 Finca : LAS CANO (21570)  
 Localización : Occo, SAN MARCOS  
 Referencia Cliente : MUESTRA DE SUELO UNICA  
 Cultivo : BERENJENA -Solanum melongena ( 40 )  
 Número de orden : 79460  
 Código de muestra : 13.01.28.06.04  
 Fecha de ingreso : 28/01/2013  
 Fecha del informe : 07/02/2013  
 Asesor : RECEPCION/AGRICOLA

PARAMETROS DE SUELOS		RANGO ADECUADO	
pH	6.50	5.50	7.20
Concentración de Sales (C.S.)	0.09 dS/m	0.2	0.8
Materia Orgánica (M.O.)	1.65%	2.0	4.0
C.I.C.e	13.3 meq/100 ml	5.0	15.0
Saturación K	11.36%	4%	6%
Saturación Ca	66.34%	60%	80%
Saturación Mg	22.30%	10%	20%
Saturación Al+H	0.00%	<	20%

ELEMENTO	CONC. ppm (p/v)	NIVELES			RANGO ADECUADO ppm (p/v)	DOSIS Kg/Ha *
		BAJO	ADECUADO	ALTO		
Fósforo P	59.7	XXXXXXXXXXXXXXXXXX			30 - 75	30 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Potasio K	591.0	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			150 - 300	K <sub>2</sub> O
Calcio Ca	1770.0	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			1000 - 2000	
Magnesio Mg	357.0	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			100 - 250	
Azufre S	15.9	XXXXXXXXXXXX			10 - 100	50 S
Boro B	< 0.2	X			1 - 5	3 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Cobre Cu	3.5	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			1 - 7	
Hierro Fe	160.0	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			40 - 250	
Manganeso Mn	70.5	XXXXXXXXXXXXXXX			10 - 250	
Zinc Zn	2.9	XXXXXXXXXXXXXXX			2 - 25	
Aluminio Al	< 8.0	X			< 100	

\*\* No se tienen datos del rango adecuado para este elemento. \* Kg/Ha x 1.54 = lbs/ma

Metodología con base en:  
 Sparks D.(ed) (1996), Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods.  
 Soil pH(1.2). Soil: Water Ratio Method.  
 Western States Laboratory Proficiency Testing program Soil and Plant Analytical Methods. Versión 4.10,1998

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.  
 La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.  
 Este informe es válido únicamente en su impresión original.

Revisado:   
 Lidia Barbara Cano  
 Química, Colegiado 2113  
 Gerente de Laboratorios

Fuente: (Soluciones analíticas, 2013)

**Anexo 9.** Costos de producción por hectárea de cada tratamiento evaluado.

Descripción	Aminoácidos	Algas marinas	Acidos fúlvicos	Testigo
<b>Costos variables</b>	<b>Q 57,434.00</b>	<b>Q 58,159.00</b>	<b>Q 57,374.00</b>	<b>Q 56,894.00</b>
<b>Mano de obra</b>	<b>Q 29,260.00</b>	<b>Q 29,260.00</b>	<b>Q 29,260.00</b>	<b>Q 29,260.00</b>
Mecanización	Q 1,760.00	Q 1,760.00	Q 1,760.00	Q 1,760.00
Trasplante	Q 200.00	Q 200.00	Q 200.00	Q 200.00
Riegos	Q 2,150.00	Q 2,150.00	Q 2,150.00	Q 2,150.00
Fumigaciones	Q 2,350.00	Q 2,350.00	Q 2,350.00	Q 2,350.00
Fertilización	Q 600.00	Q 600.00	Q 600.00	Q 600.00
Control de malezas	Q 1,200.00	Q 1,200.00	Q 1,200.00	Q 1,200.00
Tutorado	Q 800.00	Q 800.00	Q 800.00	Q 800.00
Podas	Q 4,000.00	Q 4,000.00	Q 4,000.00	Q 4,000.00
Cosecha	Q 16,200.00	Q 16,200.00	Q 16,200.00	Q 16,200.00
<b>Insumos</b>	<b>Q 28,174.00</b>	<b>Q 28,899.00</b>	<b>Q 28,114.00</b>	<b>Q 27,634.00</b>
Plántulas	Q 2,778.00	Q 2,778.00	Q 2,778.00	Q 2,778.00
Fertilizantes	Q 7,415.00	Q 7,415.00	Q 7,415.00	Q 7,415.00
Fungicidas	Q 4,715.00	Q 4,715.00	Q 4,715.00	Q 4,715.00
Insecticidas	Q 6,309.00	Q 6,309.00	Q 6,309.00	Q 6,309.00
Coadyuvantes	Q 492.00	Q 492.00	Q 492.00	Q 492.00
Bioestimulantes	Q 540.00	Q 1,265.00	Q 480.00	Q -
Estacas	Q 5,445.00	Q 5,445.00	Q 5,445.00	Q 5,445.00
Pita plástica	Q 480.00	Q 480.00	Q 480.00	Q 480.00
Alambre # 16	Q 1,600.00	Q 1,600.00	Q 1,600.00	Q 1,600.00
Manguera de riego	Q 4,500.00	Q 4,500.00	Q 4,500.00	Q 4,500.00
<b>Costos fijos</b>	<b>Q 11,649.10</b>	<b>Q 11,649.10</b>	<b>Q 11,649.10</b>	<b>Q 11,649.10</b>
Arrendamiento	Q 2,200.00	Q 2,200.00	Q 2,200.00	Q 2,200.00
Administración	Q 6,299.40	Q 6,299.40	Q 6,299.40	Q 6,299.40
Imprevistos	Q 3,149.70	Q 3,149.70	Q 3,149.70	Q 3,149.70

Fuente: (El autor, 2014)