

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

INFORME FINAL DE DIAGNÓSTICO, INVESTIGACIÓN Y SERVICIOS REALIZADOS EN  
LA EMPRESA DUWEST GUATEMALA, FINCA LA ESPERANZA, ANTIGUA  
GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

GERARDO ALBERTO GARCÍA SANDOVAL

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA, MAYO DE 2016

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**RECTOR**

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

Decano	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
Vocal I	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara
Vocal II	Ing. Agr. M.A. César Linneo García Contreras
Vocal III	Ing. Agr. Erberto Raúl Alfaro Ortiz López
Vocal IV	Br. Ind. Milton Juan José Caná Aguilar
Vocal V	MEH. Rut Raquel Curruchich Cúmez
Secretario	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

Guatemala, mayo de 2016

Guatemala, mayo de 2016

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables Miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación: "Informe final de diagnóstico, investigación y servicios realizados para la empresa Duwest Guatemala, en finca La Esperanza, Antigua Guatemala, Sacatepéquez, Guatemala, C.A."; como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

**"ID Y ENSEÑAD A TODOS"**

Gerardo Alberto García Sandoval

## **ACTO QUE DEDICO**

**A**

**DIOS:**

Ser dador de vida, ejemplo de vida y por ser mi guía en el camino de la vida.

**MIS PADRES:**

Por darme lo mejor de ellos, por estar cuando los necesito y por darme ese amor incondicional.

**MI HERMANA:**

Por ser la estrella que me ilumina, la alegría y el pilar mas fuerte en mi vida.

**MI FAMILIA:**

Por siempre estar al pendiente de mi y por demostrarme su cariño en cada etapa de mi vida.

**MIS AMIGOS:**

Por esa amistad única, Julio de Paz, Juan José de Paz, Pablo Sandoval, Bruno Mejía, Bruno Molina, Hector Salazar, Juan Marroquín, Jose de León, Emerson Soto, Jorge Rojas, Gilberto Morales, Carlos López, Diego Bran, Oswald Argueta, Andre Gamboa, Pablo Pérez, Byron Marroquín, Adriana Montejo, Nancy Galindo y a todos los han formado parte de mi vida.

## TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

- Dios
- Mis padres
- Mi Hermana
- Guatemala
- Universidad de San Carlos de Guatemala
- Facultad de Agronomía
- Docentes
- Duwest Guatemala
- Amigos y compañeros
- Sra. Glendi Perez
- Finca La Esperanza

## AGRADECIMIENTOS

**A:**

**Dios** por darme salud y fuerzas para llegar a donde eh llegado.

**Mis padres** por siempre estar conmigo y ayudarme a alcanzar esta meta.

**Mi Hermana** por demostrarme su amor en todo lo que hace y por siempre estar para mi.

**Universidad de San Carlos de Guatemala** por ser mi *Alma Mater* y brindarme la oportunidad de haber ingresado y egresado de ella.

**Facultad de Agronomía** por dejarme estudiar en sus aulas y brindarme las herramientas para mi formación profesional.

**Mi Asesor** el Ing. Agr. Edgar Franco por su paciencia y colaboración para la realización de mi trabajo y para mi formación académica.

**Mi supervisor** el Ing. Agr. Alfredo Itzep por su tiempo y apoyo a lo largo de mi EPS.

**Ing. Agr. Mynor Morales** por su ayuda en la realización de mi EPS.

**Ing. Agr. Alvaro Corzo, Ing. Agr. Marco Vinicio Corzo** por las oportunidades y apoyo brindado durante y después de la realización de mi EPS.

**Duwest Guatemala** por su aceptación para mi EPS y ayudarme en mi formación profesional.

**Sra. Glendi Pérez** por su colaboración para la realización de mi investigación.

# ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN.....	viii
CAPÍTULO I	
<b>1</b> DIAGNÓSTICO GENERAL DEL ESTADO ACTUAL SOBRE FERTILIZANTES HIDROSOLUBLES EN PRODUCTORES DE TOMATE EN SACSUY, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	2
1.2 MARCO REFERENCIAL.....	5
1.3 OBJETIVOS.....	6
1.3.1 Objetivo general.....	6
1.3.2 Objetivos específicos.....	6
1.4 METODOLOGÍA.....	7
1.4.1 Obtención de información primaria .....	7
1.5 RESULTADOS.....	8
1.5.1 Análisis de información.....	8
1.5.2 Conocimiento general de fertilización hidrosoluble.....	8
1.6 CONCLUSIONES.....	10
1.7 RECOMENDACIONES .....	11
1.8 BIBLIOGRAFÍA.....	12
CAPÍTULO II	
<b>2</b> EFECTO DE TRES CONCENTRACIONES DE BIOESTIMULANTE EN TRES ÉPOCAS DE APLICACIÓN EN LA PRODUCCIÓN Y NÚMERO DE FRUTO DE TOMATE ( <i>Solanum lycopersicum</i> ), BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO, EN LA FINCA LA ESPERANZA, ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPEQUEZ, GUATEMALA, C.A. ....	13
2.1 INTRODUCCIÓN.....	14
2.2 MARCO TEÓRICO.....	16
2.2.1 Marco Conceptual.....	16
A. Origen del tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) .....	16
B. Clasificación Botánica .....	16
C. Generalidades del Tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ).....	16

	Página
D. Técnicas del cultivo del tomate .....	18
E. Plagas y enfermedades del cultivo de tomate.....	24
F. Bioestimulantes.....	39
2.2.2 Marco Referencial.....	41
A. Ubicación área de estudio.....	41
B. Condiciones ambientales del área de estudio.....	41
C. Caracterización de suelo.....	42
D. Material vegetal: Híbrido de Tomate Retana.....	42
E. Bioestimulante con Código XIV-AB.....	42
2.3 OBJETIVOS.....	43
2.3.1 Objetivo General.....	43
2.3.2 Objetivos Específicos .....	43
2.4 HIPÓTESIS.....	44
2.5 METODOLOGÍA.....	45
2.5.1 Diseño experimental.....	45
2.5.2 Modelo estadístico.....	45
2.5.3 Factor de estudio.....	46
2.5.4 Descripción de los tratamientos.....	47
2.5.5 Variables de respuesta .....	49
A. Rendimiento obtenido expresado en t/ha.....	49
B. Cantidad de unidad de fruto comercial.....	49
2.5.6 Manejo Agrícola.....	49
A. Preparación de suelo .....	49
B. Desinfección de suelo.....	49
C. Acolchado .....	50
D. Trasplante .....	50
E. Siembra.....	50
F. Riego.....	50
G. Fertilización.....	50
H. Programa fitosanitario .....	52

	Página
I. Control de malezas .....	52
J. Tutorado.....	53
2.5.7 Análisis de datos.....	53
2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	54
2.6.1 Efecto del bioestimulante en el rendimiento y cantidad de unidades de fruto comercial.....	54
2.6.2 Análisis económico .....	58
2.7 CONCLUSIONES.....	61
2.8 RECOMENDACIÓN .....	61
2.9 BIBLIOGRAFÍA.....	62
2.10 ANEXOS.....	64
 CAPÍTULO III	
<b>3 SERVICIOS PROFESIONALES REALIZADOS .....</b>	<b>67</b>
3.1 PRESENTACIÓN.....	68
3.2 Primer servicio: Evaluación del efecto de dos concentraciones del producto identificado con el código XIV-AC en la producción y calidad de frutos comerciales en el cultivo de tomate en Sacsuy, San Juan Sacatepéquez. ....	69
3.2.1 INTRODUCCIÓN.....	69
3.2.2 MARCO TEÓRICO .....	70
3.2.3 OBJETIVOS.....	71
A. Objetivo general.....	71
B. Objetivos específicos .....	71
3.2.4 METODOLOGÍA .....	71
A. Manejo del experimento.....	71
B. Condiciones del experimento.....	72
C. Diseño y croquis del ensayo .....	72
D. Aplicación de tratamientos .....	73
E. Análisis de datos .....	74
F. Variables de respuesta .....	74

	Página
3.2.5 RESULTADOS .....	75
A. Rendimiento obtenido expresado en kg/ha.....	75
B. Calidad de frutos expresados en % según tamaño.....	77
C. Análisis económico .....	78
3.2.6 CONCLUSIONES .....	79
3.2.7 RECOMENDACIÓN .....	79
3.2.8 ANEXOS.....	80
3.3 Segundo servicio: Evaluación del efecto de dos concentraciones del producto identificado con el código XIV-AB en la producción y calidad de frutos comerciales en el cultivo de tomate en Sacsuy, San Juan Sacatepéquez. ....	81
3.3.1 INTRODUCCIÓN.....	81
3.3.2 MARCO TEÓRICO .....	82
3.3.3 OBJETIVOS.....	83
A. Objetivo general.....	83
B. Objetivos específicos .....	83
3.3.4 METODOLOGÍA.....	84
A. Manejo del experimento.....	84
B. Condiciones del experimento.....	84
C. Diseño y croquis del experimento .....	84
D. Tratamientos evaluados.....	85
E. Aplicación de tratamientos .....	86
F. Análisis de varianza .....	86
G. Variables de respuesta .....	87
3.3.5 RESULTADOS .....	88
A. Rendimientos expresados en kg/ha.....	88
B. Calidad de frutos expresados en % .....	90
C. Análisis económico .....	91
3.3.6 CONCLUSIONES .....	93
3.3.7 RECOMENDACIÓN .....	93

3.3.8 ANEXOS.....	94
3.4 Tercer Servicio: Evaluación del efecto de dos concentraciones del producto identificado con el código XIV-AA en el crecimiento promedio por planta en el cultivo de arveja en Sacsuy, San Juan Sacatepéquez. ....	95
3.4.1 INTRODUCCIÓN.....	95
3.4.2 MARCO TEÓRICO .....	96
A. Cultivo de Arveja: Clasificación botánica .....	96
B. Descripción general de la planta .....	96
C. Requerimientos edafoclimáticos .....	97
D. Requerimientos nutricionales .....	97
3.4.3 OBJETIVOS.....	99
A. Objetivo general.....	99
B. Objetivo específico.....	99
3.4.4 METODOLOGÍA .....	99
A. Manejo del experimento.....	99
B. Condiciones del experimento.....	100
C. Distribución del experimento.....	100
D. Tratamientos evaluados.....	100
E. Aplicación de tratamientos .....	101
F. Toma de datos .....	101
G. Variable de respuesta: Altura de planta en cm .....	101
3.4.5 RESULTADOS .....	101
3.4.6 CONCLUSIONES .....	102
3.4.7 RECOMENDACIÓN .....	103
3.5 BIBLIOGRAFÍA.. .....	103

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ubicación del municipio de San Juan Sacatepéquez.....	5
Figura 2. Tutorado en el cultivo de tomate en invernadero .....	22
Figura 3. Plagas que afectan al cultivo de tomate en sus etapas fenológicas .....	24
Figura 4. Áfidos en el envés de la hoja joven.....	25
Figura 5. Trips presentes en el envés de la hoja.....	26
Figura 6. Galería en hoja de tomate causado por <i>Lyriomiza</i> .....	28
Figura 7. Lesión en el tallo, provocada por <i>Botrytis cinérea</i> .....	30
Figura 8. Síntoma de <i>Phytophthora infestans</i> en el haz de la hoja .....	32
Figura 9. Síntoma de <i>Phytophthora infestans</i> en el envés de la hoja.....	32
Figura 10. Tallo infectado por <i>Alternaria solani</i> .....	34
Figura 11. Planta infectada por <i>Fusarium oxysporum</i> .....	35
Figura 12. Hoja afectada por cáncer bacteriano.....	36
Figura 13. Planta infectada con el virus del bronceado.....	38
Figura 14 A. Formato de corte.....	64
Figura 15. Croquis del diseño experimental .....	73
Figura 16. Rendimientos obtenidos en kg/ha .....	76
Figura 17. Calidad de frutos obtenidos expresados en % .....	77
Figura 18. Croquis del experimento .....	85
Figura 19. Rendimientos obtenidos kg/ha .....	89
Figura 20. Calidad de fruto en % de producto XIV-AB .....	91

## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Temperaturas críticas de tomate .....	18
Cuadro 2. Cantidad de producto por etapa para 1.000 plantas.....	20
Cuadro 3. Tratamientos evaluados .....	48
Cuadro 4. Programa de fertilización utilizado en la evaluación .....	51
Cuadro 5. Rendimientos en t/ha de cada uno de los tratamientos evaluados.....	55
Cuadro 6. Unidades de fruto comercial de cada uno se los tratamientos evaluados .....	57
Cuadro 7. Costos de producción, ingreso y beneficio por cada tratamiento .....	59
Cuadro 8 A. Análisis de varianza de concentración y época de aplicación para producción de frutos comerciales.....	64
Cuadro 9 A. Contrastes entre concentración y aplicación sin estructura factorial .....	65
Cuadro 10 A. Análisis de varianza considerando solo la parte factorial .....	65
Cuadro 11 A. Análisis considerando el tratamiento adicional (testigo).....	65
Cuadro 12 A. Análisis de varianza de concentración y época de aplicación para cantidad de frutos comerciales.....	66
Cuadro 13 A. Contrastes entre concentración y aplicación sin estructura factorial .....	66
Cuadro 14 A. Análisis de varianza considerando solo la parte factorial .....	66
Cuadro 15 Cuadro de tratamientos evaluados .....	73
Cuadro 16. Beneficios obtenidos con el ensayo.....	78
Cuadro 17 A. Análisis de varianza de rendimientos obtenidos en kg/ha .....	80
Cuadro 18 A. Comparación de medias Fisher post-Andeva .....	80
Cuadro 19. Tratamientos evaluados .....	86
Cuadro 20. Análisis económico producto código XIV-AB.....	92
Cuadro 21 A. Análisis de varianza de rendimiento producto XIV-AB .....	94
Cuadro 22 A. Post-ANDEVA rendimientos producto XIV-AB .....	94
Cuadro 23. Tratamientos evaluados producto XIV-AA.....	100
Cuadro 24. Altura promedio por planta en producto XIV-AA.....	102

## RESUMEN

El Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía –EPSA-, fue realizado durante los meses de febrero 2015 a noviembre 2015 en el Departamento de Investigación de Duwest Guatemala, en el área de Sacatepéquez y Chimaltenango, se trabajó en tres actividades.

La primera actividad consistió en un diagnóstico general, del estado actual de los fertilizantes hidrosolubles de los productores de tomate, en el área de San Juan Sacatepéquez, para poder identificar cuáles son las percepciones de los productores con respecto a la utilización de estos fertilizantes.

Del diagnóstico se lograron identificar diversas posturas de los productores, respecto a los fertilizantes hidrosolubles: Una de ellas es que sí tienen conocimiento de los hidrosolubles. Comprenden su funcionamiento y ventajas que tiene su utilización, ellos utilizan fertilizantes hidrosolubles para realizar la fertilización edáfica en sus cultivos. Otra postura es, que conocen de los fertilizantes hidrosolubles, pero por falta de conocimiento y por inadecuada asistencia técnica no han logrado su implementación. La percepción, con menor frecuencia obtenida, es que no tenían conocimiento alguno sobre los fertilizantes hidrosolubles.

La segunda actividad realizada consistió en evaluar el efecto de tres concentraciones de bioestimulante, de aplicación foliar en la producción y número de frutos, en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*). Los resultados obtenidos indican que el bioestimulante evaluado, en código XIV-AB, proporciona un incremento en los rendimientos y aumenta la cantidad de frutos producidos en el cultivo de tomate. Se hace énfasis que el bioestimulante presentó mejores resultados cuando fue evaluado a la menor concentración (0.5 ml/l), durante el período de cosecha del fruto.

Debido a que no se logró la obtención de los datos de gastos para la producción, se calculó el beneficio económico obtenido sólo con la comercialización de la producción. El mayor beneficio económico obtenido fue cuando se utilizó la concentración menor evaluada (0.5 ml/l), en aplicación durante la época de cosecha.

Al unir estos dos factores se obtuvo un beneficio económico de Q.33,757.<sup>00</sup> comparándolo al tratamiento testigo, al que no se le realizó aplicación alguna.

La tercera actividad, fue la realización de los servicios profesionales siguientes:

1. Evaluación del efecto de dos concentraciones del producto con el código XIV-AC, en la producción y calidad de frutos comerciales en el cultivo de tomate en Sacsuy, San Juan, Sacatepéquez.
2. Evaluación del efecto de dos concentraciones del producto con el código XIV-AB, en la producción y calidad de frutos comerciales en el cultivo de tomate en Sacsuy, San Juan, Sacatepéquez.
3. Evaluación del efecto de dos concentraciones del producto identificado con el código XIV- AA, en el cultivo de arveja en Sacsuy, San Juan, Sacatepéquez.



# **CÁPITULO I**

## **DIAGNÓSTICO**

- 1 **DIAGNÓSTICO GENERAL DEL ESTADO ACTUAL SOBRE FERILIZANTES HIDROSOLUBLES EN PRODUCTORES DE TOMATE EN SACSUY, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.**

## 1.1 INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum*) planta perteneciente a la familia de las solanáceas. Está considerado como la hortaliza de mayor importancia mundialmente, esto es debido a que su consumo ha pasado a formar parte de la dieta de la población mundial y a que es la hortaliza que más deja utilidades económicas al ser comercializada.

En Guatemala el cultivo ha tomado importancia, el área cosechada ha venido incrementándose año con año para el año 2010 se contaban con 12,250 manzanas y para el año 2013 se contabilizaban 12,800 manzanas de cosecha (MAGA, 2014).

Debido a las nuevas implementaciones de tecnología, el cultivo de tomate en Guatemala ya ha alcanzado nuevos niveles, como lo es lograr cultivar a lo largo de todo el año en temporal de lluvia y en temporal seca. Esto es debido a la implementación de la tecnología de riego por goteo cultivándose ya a lo largo del año.

Se cree que el rendimiento aumenta cuando el área sembrada aumenta, si se tiene una relación directa, pero el verdadero incremento en los rendimientos se ve inferido por las implementaciones de nuevas tecnologías al cultivo como lo son sistemas de riego más eficientes, cultivos protegidos en control de factores como temperatura y control de plagas y enfermedades.

En Guatemala existe una muy amplia diversidad, de los requerimientos de la fertilización del tomate, mayormente debido a la amplia variedad de suelos y microclimas que existen en las zonas aptas para el cultivo.

Se menciona en la literatura que la cantidad de elementos que la planta de tomate extrae para la obtención de un rendimiento promedio de 52,556 kg/ha es la siguiente:

Elemento.... kg/ha

N.....300

P ( $P_2O_5$ ).....120

K ( $K_2O$ ).....450

Mg ( $MgO$ ).....25

S.....40

Ca.....40

B ( $B_2O_3$ ).....10

(Estrada Cordón, 2006).

Se recomienda que para lograr el uso más económico y más adecuado del fertilizante se deba elegir la cantidad óptima de fertilizante adecuado y la aplicación del mismo en el lugar y momento que la planta lo necesita.

Los fertilizantes hidrosolubles son aquellos fertilizantes que se disuelven con rapidez, disolviéndose en bajos volúmenes de agua. Son fertilizantes que se utilizan principalmente para fertiirrigación pero que también se puede utilizar en aplicaciones tronqueadas o drench (Colindres y Colindres, 2003)

Debido a que el empleo de aplicación de fertilizantes granulados se hace complicada de cierta manera ya que requiere una alta humedad en el suelo o que para aplicar una parcela se hace muy tardado o que requiere muchos jornales. El presente diagnóstico se realizó con la finalidad de conocer el estado actual del conocimiento sobre los fertilizantes hidrosolubles, de los productores de tomate en la aldea Sacsuy, San Juan Sacatepéquez y así analizar si puede ser una alternativa eficiente para los fertilizantes granulados.

## 1.2 MARCO REFERENCIAL

Sacsuy es una aldea del municipio de San Juan Sacatepéquez, localizada en el kilómetro 33, ubicada a 1,590 msnm, Tiene los caseríos: Las Mercedes, Los Cux, Pachalí, Salineras, Los Cua, Los Siney, Realgüit, Tierra Colorada, y sus coordenadas son latitud norte 14°46'47" y su longitud oeste 90°37'05". (CALDH, 2010)

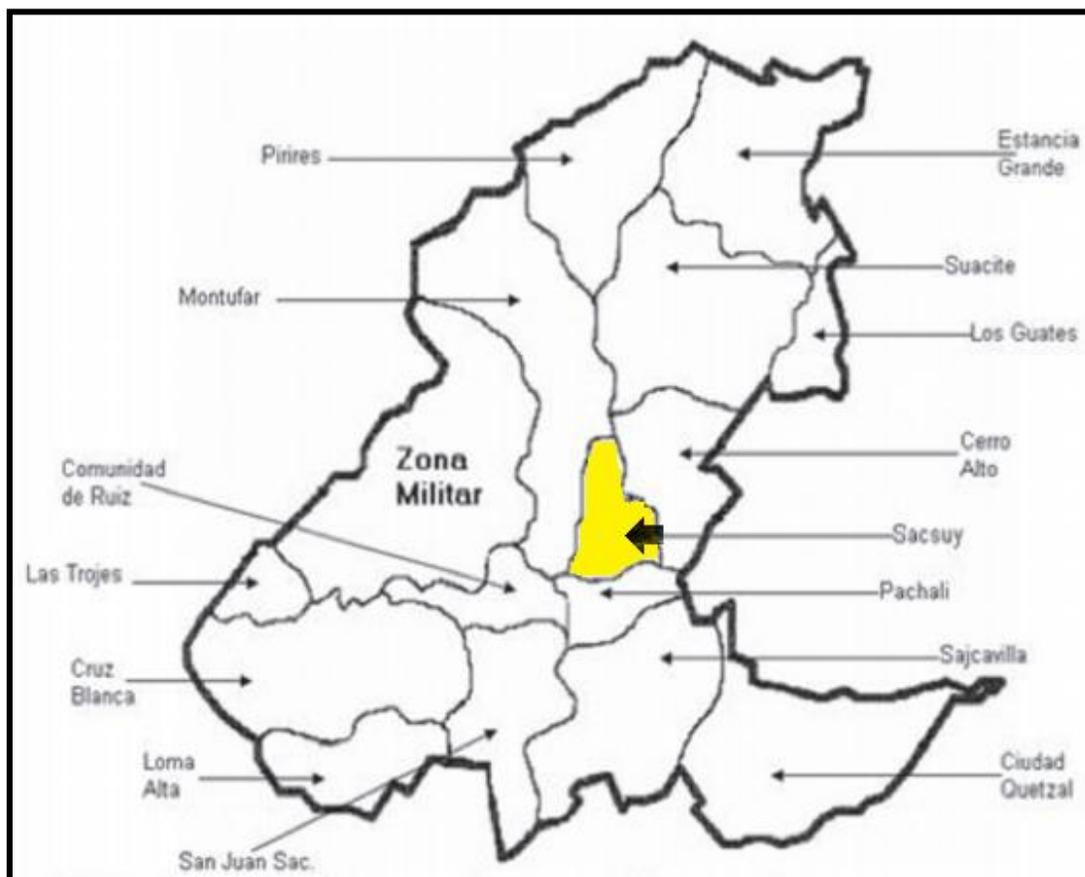


Figura 1. Ubicación del municipio de San Juan Sacatepéquez

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Describir el conocimiento de fertilización hidrosoluble en productores de tomate en la aldea Sacsuy, San Juan Sacatepéquez.

### 1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- A. Recolectar información específica mediante charlas y encuestas dirigidas a administradores de fincas.
  
- B. Realizar recomendaciones a los administradores de fincas respecto las ventajas de la utilización de fertilizantes hidrosolubles.

## 1.4 METODOLOGÍA

Para determinar el conocimiento, que los productores de tomate, poseen sobre los fertilizantes hidrosolubles, se realizó la obtención de información primaria.

### 1.4.1 OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN PRIMARIA

La actividad de obtención de información primaria se realizó a través de charlas, con el fin de recolectar información general o específica mediante las visitas realizadas a las fincas y entrevistas con trabajadores, en las diferentes áreas de producción.

Para la obtención de esta información se realizó bajo una metodología, la cual consistió en el establecimiento de una charla informática de tipo entrevista, que consistía en el abordamiento de temas como los fertilizantes hidrosolubles, su utilización y sus ventajas.

Para la realización de las entrevistas directas para cada uno de los entrevistados, se contaba con una guía de preguntas, previamente elaboradas las cuales eran las siguientes:

- ¿Cuánto tiempo tienen de sembrar el cultivo de tomate?
- ¿En qué área de producción realiza sus actividades?
- ¿Qué es para usted fertilizar?
- ¿Cómo aplica usted los fertilizantes?

- ¿Ha visto usted algún problema con los fertilizantes granulados?
- ¿Conoce otra fuente de fertilizantes que no sean granulados?
- ¿Ha probado otra alternativa a los fertilizantes granulados?
- ¿Ha trabajado con fertilizantes completamente hidrosolubles?

## 1.5 RESULTADOS

### 1.5.1 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

La información recabada en este diagnóstico fue realizada de una forma personal, ya que fue obtenido por medio de entrevistas directas, incluyendo la guía de preguntas ya formulada, fueron dirigidas al personal administrativo, encargado de riegos, aplicadores y fumigadores de cada finca evaluada.

Se obtuvo una importante información sobre el conocimiento que poseen los trabajadores de fincas tomateras en la zona, y bien el interés por conocer estas otras alternativas como lo son los fertilizantes hidrosolubles.

### 1.5.2 CONOCIMIENTO GENERAL DE FERTILIZACIÓN HIDROSOLUBLE

A continuación se presentan los resultados de las entrevistas, de tipo encuestas, realizados a los trabajadores de las fincas tomateras de la zona. Se tomo como base la guía de preguntas ya elaboradas.

- **¿Cuánto tiempo tiene de sembrar el cultivo de tomate?**

Los trabajadores en general oscilan entre 15 a 20 años, trabajando relacionado al tomate, ya sea como fumigador, encargado de riego y administrador de finca.

- **¿En qué área de producción realiza sus actividades?**

a) Encargado de finca, b) encargado de riego, c) aplicador y fumigador

- **¿Qué es para usted fertilizar?**

Echar fertilizante al suelo para que le ayude a la planta a dar más producción.

- **¿Aplica usted fertilizantes granulados?**

Los que aplican lo realizan directo al suelo a la orilla de cada mata de tomate, y los que no aplican fertilizantes hidrosolubles al momento que están regando con el sistema de riego.

- **¿Ha visto usted algún problema con los fertilizantes granulados?**

Si no hay humedad no se puede aplicar, hay que regar el suelo primero para ir mata por mata a echarle el fertilizante.

- **¿Conoce otra fuente de fertilizantes que no sean granulados?**

En algunas fincas aplican solo hidrosolubles y en los que sólo han usado fertilizante granulado has escuchado de los fertilizantes hidrosolubles.

- **¿Ha probado otra alternativa a los fertilizantes granulados?**

No, solo fertilizante granulados, unos han escuchado de productores vecinos de la utilización de fertilizantes hidrosolubles.

- **¿Ha trabajado con fertilizantes completamente hidrosolubles?**

Algunos si han trabajado y siguen trabajando y los que no han utilizado es por falta de tecnificación.

- **¿Qué ventajas ven con los fertilizantes hidrosolubles a los fertilizantes granulados?**

Que se reduce la mano de obra porque en el riego va de una vez la fertilización y que se hace desde el motor de riego por ende no hay que ir planta por planta echándole el fertilizante granulado, se ahorra jornal aprovechándolo para otras actividades en la finca.

- **¿Por qué razón no utiliza (los que no utilizan) los fertilizantes hidrosolubles?**

Por la falta de conocimiento sobre la utilización de los mismos.

## 1.6 CONCLUSIONES

- 1.6.1. El diálogo y las entrevistas con una guía de preguntas previamente elaboradas, a productores de tomate de la zona, fueron las herramientas utilizadas, para recabar información sobre la situación actual del conocimiento de los fertilizantes hidrosolubles.
- 1.6.2. Los productores de tomate si utilizan, y conocen sobre los fertilizantes hidrosolubles, en el caso de los que no lo utilizan es debido a que no conocen su modo de empleo o bien no los han asistido correctamente.

- 1.6.3 Los productores de tomate tienen presente que los fertilizantes hidrosolubles son de mayor ventaja tanto en su uso, manipulación y que brinda mayores y mejores resultados.

## 1.7 RECOMENDACIONES

- 1.7.1. Los técnicos de las casas comerciales deben tener interés en capacitar a los productores sobre las ventajas del uso de los fertilizantes hidrosolubles en comparación de la fertilización granulada convencional.
- 1.7.2. Los técnicos y asistentes de fincas deben tecnificar y dar charlas informativas sobre los fertilizantes hidrosolubles su forma de uso, sus características y modos de empleo.

## 1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. CALDH (Centro para la Acción Legal en Derechos Humanos, GT). 2010. Lucha política de mujeres mayas Kaqchikeles y Ch'orti's en defensa de territorios (en línea). 13 p. Guatemala. Consultado 30 abr 2016. Disponible en: [http://bd.cdmujeres.net/sites/default/files/documentos/publicaciones/lucha\\_politica\\_mujeres\\_kaqchikeles\\_chortis.pdf](http://bd.cdmujeres.net/sites/default/files/documentos/publicaciones/lucha_politica_mujeres_kaqchikeles_chortis.pdf)
2. Colindres y Colindres, MA. 2003. Evaluación de cuatro fertilizantes hidrosolubles para producción de pilón de tabaco (*Nicotiana tabacum*) en el sistema de floating en la tabacalera Dimon de Guatemala; Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 54 p.
3. Estrada Cordón, JC. 2006. Comparación del rendimiento de siete híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum*) en finca Santa Teresa, Antigua Guatemala, Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 44 p.
4. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2014. Perfil comercial de tomate (en línea). Guatemala. Consultado el 28 abr 2016. Disponible en <http://web.maga.gob.gt/download/Perfil%20tomate.pdf>

## **CAPITULO II**

# **INVESTIGACIÓN**

- 2                    EFECTO DE TRES CONCENTRACIONES DE BIOESTIMULANTE EN TRES ÉPOCAS DE APLICACIÓN EN LA PRODUCCIÓN Y NÚMERO DE FRUTO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*), BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO, EN LA FINCA LA ESPERANZA, ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPEQUEZ, GUATEMALA, C.A.

## 2.1 INTRODUCCIÓN

El tomate es una de las hortalizas más cultivadas en el país, su consumo forma parte de la dieta alimenticia de la población guatemalteca. Es un cultivo de ciclo corto de 170 días después de trasplante, permanece de 26-28 días en vivero, setenta y cinco días de trasplante a cosecha y en plena cosecha puede estar de 50 – 100 días.

Debido a que los productores de tomate buscan siempre la manera de tener mejores y mayores rendimientos en una menor área de producción, realizan actividades al cultivo en aplicaciones foliares como complementos nutricionales y así estimulan la planta para así obtener una mayor producción, aplicando productos que son recomendados por un productor vecino o tiendas de servicios de agroquímicos, los cuales son recomendados sin tener base experimental.

Por lo indicado anteriormente se realizó esta investigación; Se evaluaron tres diferentes concentraciones de un bioestimulante, con código XIV-AB, de la empresa Duwest® Guatemala, Las cuales fueron: 0.5, 0.75 y de 1 ml/l de agua. Estas concentraciones se aplicaron en tres épocas diferentes; las cuales fueron: 1) primera aplicación a los 15 días después de trasplante, la segunda a inicio floración y la tercera a los 45 días después de trasplante. 2) Primera aplicación al Inicio de floración, la segunda a los 45 días después de trasplante y la tercera a los 60 días después de trasplante. 3) Primera aplicación al inicio de cosecha, la segunda a los 15 días después de inicio de cosecha y la tercera a los 30 días después de inicio de cosecha.

Los análisis estadísticos no mostraron diferencia significativas en las concentraciones y épocas de aplicación, sin embargo el tratamiento donde la concentración del bioestimulante fue de 0.5 ml/l de agua, en época de aplicación donde la primera fue al inicio de la cosecha, la segunda aplicación a los 15 días después de inicio de cosecha y la tercera aplicación a los 30 días después de inicio cosecha; se obtuvo un rendimiento de 42.91 t/ha y fue el tratamiento que logro más unidades de fruto comercial alcanzando un total de 618,172 u/ha.

El tratamiento de menor rendimiento fue el testigo (al que no se realizó aplicación alguna) siendo este de 31.95 t/ha, de igual manera fue el tratamiento testigo con el que se alcanzó una menor cantidad de unidades de fruto comercial de tomate siendo de 441,606 u/ha.

## 2.2 MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 MARCO CONCEPTUAL

#### A. Origen del tomate (*Solanum lycopersicum*)

El origen de *Solanum lycopersicum*, se localiza en la Región Andina extendiéndose desde el sur de Colombia hacia el norte de Chile, y desde allí probablemente fue traído a Centroamérica donde ha sido domesticado y formado por siglos parte básica de la dieta diaria (Escalona, 2009).

#### B. Clasificación Botánica

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: Solanum

Especie: Solanum lycopersicum

Fuente: Duque Ramos, 2008

#### C. Generalidades del Tomate (*Solanum lycopersicum*)

El tomate es una planta de tipo perenne de porte arbustivo que se presenta en dos hábitos de crecimiento tales como determinado e indeterminado.

Las plantas con crecimiento indeterminado se caracterizan por presentar un crecimiento extensivo, desordenado y sin límite con tallos con segmentos uniformes con tres hojas y

una inflorescencia, con terminación siempre con un ápice vegetativo, ciclo vegetativo de 270 días desde el trasplante a la culminación de la cosecha.

Las plantas con crecimiento determinado se caracterizan por tener tallos con segmentos con un menor número de hojas por inflorescencia y terminando con una inflorescencia, ciclo vegetativo de 120 a 150 días desde trasplante a la culminación de cosecha (Duque Ramos 2008).

En una misma ramilla hay siempre botones, flores y frutos, la primera flor se forma en la yema apical luego las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera siempre alrededor del eje principal, las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas por axilas. Siendo la autopolinización lo más frecuente en los tomates cultivados (Monardes, 2009).

El tomate es una de de las hortalizas que más toleran la acidez en el suelo ya que tolera valores de pH desde 5.0 – 6.8, en lo referente a la salinidad es medianamente tolerante, aceptando valores máximos de 6,400 ppm.

El tomate puede cultivarse en suelos de textura diversa desde arenosos a arcillosos; siendo los suelos francos, franco-arenosos, franco-arcillosos con buen drenaje y profundos en donde mejor se desarrolla la planta. Es un cultivo que no requiere cambios en la cantidad de horas luz recibida para así completarlos procesos de crecimiento y desarrollo, teniendo efecto negativo en la floración, fecundación y desarrollo vegetativo si se le brinda poca luminosidad.

La temperatura óptima oscila entre 20 a 30 °C de día y 7 °C de noche; con temperaturas superiores a 35 °C provocan aborto de flores y afecta la fructificación, y temperaturas inferiores a 10°C producen deficiencia en el cuajado de flores y desarrollo lento de plantas (Crespo, 2010). En el cuadro 1 se muestran las temperaturas óptimas durante el ciclo del cultivo de tomate.

**Cuadro 1. Temperaturas críticas de tomate**

Etapa fenológica	Temperatura (°C)	
	Diurna	Nocturna
Desarrollo	23 – 26	13 – 16
Floración	23 – 26	15 – 18
Maduración	15 – 22	

Fuente: Escalona, 2009.

La humedad relativa adecuada se encuentra entre un 60 y 80% para lograr un buen desarrollo en la planta, debido a que humedades relativas altas son favorables para el desarrollo de enfermedades en la hoja y provoca agrietamiento en los frutos, y cuando se presenta humedad relativa baja dificulta la polinización (Crespo, 2010).

#### **D. Técnicas del cultivo del tomate**

##### **a. Preparación del suelo**

Se deben realizar actividades como es la nivelación del terreno, para proceder a la realización de levantamiento de camas o camellones y los canales de drenaje, se recomienda hacer camas de 1.0 – 1.6 metros de ancho, con una altura de 0.20 – 0.30 metros; para luego proceder a la desinfección del suelo esto se puede realizar utilizando diferentes procedimientos tales como esterilización con calor y/o productos químicos permitidos (Paredes-Zambrano, 2009).

##### **b. Uso de coberturas**

En Guatemala una práctica muy frecuente en el manejo del cultivo de tomate es el uso de coberturas plásticas o “mulch” que generalmente es de polietileno en varios colores y espesores, su elección dependiendo época de siembra y condiciones físico-químicas del

suelo, esta técnica brinda ciertos beneficios como mejorar el control de malezas, conserva la humedad del suelo y conserva mejor el fertilizante traduciéndose a un incremento en el rendimiento (Duque Ramos, 2008).

### **c. Riego**

Bajo condiciones controladas, invernadero, el riego ideal es el del método por goteo, ya que con este sistema por goteo se hace más eficiente su uso ya que va directo al lugar donde esta las plantas haciendo el agua mas disponible para la planta, también hay ventaja ya que no existe humedad en el follaje que con esto logramos evitar enfermedades fungosas.

Durante todo el ciclo del cultivo el riego debe ser suministrado en períodos cortos pero frecuentes, siendo el objetivo mantener la humedad del suelo para una buena formación y buen llenado de fruto, si existe escases durante este periodo habrá dificultad de absorción de algunos nutrientes como el calcio. Una planta de tomate consume diariamente de 1 a 1.5 litros de agua esto dependiendo de la variedad y de su etapa fenológica en la que se encuentre (Crespo, 2010).

### **d. Fertirrigación**

Debido a que el sistema de riego que es utilizado en invernadero es por goteo, se reduce el volumen de agua a emplear y se puede fertilizar mientras se riega (llamado fertiriego); También se puede realizar control de enfermedades y plagas ya que se puede, a través del riego realizar aplicaciones de fungicidas e insecticidas. Se dice que con la fertirrigación se realizan aplicaciones más eficientes debido a que son aplicaciones en menores cantidades pero en forma más constante, lo que evita problemas de fitotoxicidad (Duque Ramos, 2008).

En la búsqueda de mayores rendimientos la cantidad de fertilizantes a aplicar es fundamental debido a que se debe realizar la fertilización complementaria con macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg y S) y micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn, B) siendo estos suministrados en cantidades diferenciadas y oportunas de acuerdo con el desarrollo de la planta (Crespo, 2010).

En el cuadro 2 se muestra un plan de fertilización complementaria que incluye a los macronutrientes y micronutrientes, el cual se muestra como debe ser suministrada en cada etapa fisiológica del cultivo.

**Cuadro 2. Cantidad de producto por etapa para 1.000 plantas.**

Producto	I (kg)	II (kg)	III (kg)	IV (kg)
Nitrofoska- Azul	18			
Nitrato de potasio		1,563	3,125	16,667
Nitrato de Calcio		1,563	3,125	19,048
Fosfato mono amónico		0,290	0,580	2,857
Sulfato de Magnesio		0,402	0,804	4,762
Sulfato de Zinc		0,002	0,004	0,024
Sulfato de Cobre		0,002	0,004	0,024
Sulfato de Hierro		0,004	0,009	0,048
Ácido Bórico		0,007	0,013	0,071
Quelato de Hierro		0,022	0,045	0,238

Fuente: Crespo, 2010.

I = Antes de trasplante

II = Floración

III = Formación de fruto

IV = Producción

En la etapa inicial de la planta, se recomienda una relación de los elementos N- P-K de 2-1-1, en la etapa de floración, se recomienda una relación de N-P-K de 1-2-1 y en la etapa de fructificación se recomienda una relación de N-P-K de 1-1-2;

Teniendo en consideración que los fosfatos no deberán mezclarse con otros fertilizantes tales como los nitratos y los magnesios, esto debido a que inducen solidificación, también es recomendable utilizar fertilizantes solubles así evitar taponamientos en el sistema de riego (Paredes-Zambrano, 2009).

#### **e. Tutorado**

El tutorado es una técnica la cual consta en colocarle guías a la planta con el fin de mantener la planta erguida evitando que las hojas y frutos entren en contacto con el suelo, mejorando la aireación de la planta.

El tutorado consiste en colocar un poste en cada extremo del surco extendiendo una línea guía, pudiendo ser alambre galvanizado, y colocar estacas a cada 1.50 metros a lo largo del surco, colocando cáñamo o bien rafia entre 0.20 – 0.30 metros con el fin de sostener la planta (Crespo, 2010). En la figura 1 se muestra la realización del tutorado bajo invernadero.



Fuente: Crespo, 2010.

**Figura 2. Tutorado en el cultivo de tomate en invernadero**

#### **f. Poda**

En las plantas de tomate de crecimiento indeterminado su crecimiento no se detiene sino hasta la eliminación del brote terminal, así que puede llegar a crecer hasta varios metros; La planta llega a formar siete hojas verdaderas contando desde su base hasta que se encuentra la primer inflorescencia para luego formar tres hojas entre cada inflorescencia. Al igual que en las plantas de crecimiento determinado en la base de cada hoja se forma un brote axilar o comúnmente llamado “chupón”, convirtiéndose en otro tallo si se deja desarrollar (Paredes-Zambrano, 2009).

### **i. Poda de Formación**

En el cultivo de tomate la poda es una práctica necesaria, en variedades de crecimiento indeterminado, esta actividad se realiza a los 15-20 días después de trasplante a la aparición de los primeros tallos laterales que tendrán que ser eliminados al igual que las hojas más viejas con el fin de mejorar la aireación del cuello también con esto se determinara el número de tallos productivos por planta, si se decide trabajar con dos tallos se debe dejar el principal y el que está por debajo de la primera inflorescencia (Crespo, 2010).

### **ii. Poda de hojas**

Las hojas enfermas deben de retirarse de inmediato del invernadero, así se elimina cualquier fuente de inóculo, con esta poda se facilita el manejo de problemas fitosanitarios y permite una mejor entrada de luz a toda la planta, esta práctica deberá realizarse cuando ya el segundo racimo se encuentre completamente florecido para luego eliminar las segunda hoja del primer entrenudo (Paredes-Zambrano, 2009).

### **iii. Poda de frutos**

Esta práctica se realiza con el fin de homogenizar y lograr un aumento en el tamaño de los frutos y mejorar la calidad, se recomienda dos tipos de podas o aclareos de frutos:

El aclareo sistemático: el cual consiste en la eliminación de frutos hasta dejar un numero de frutos fijos (5-6 frutos por racimo), eliminando los frutos inmaduros.

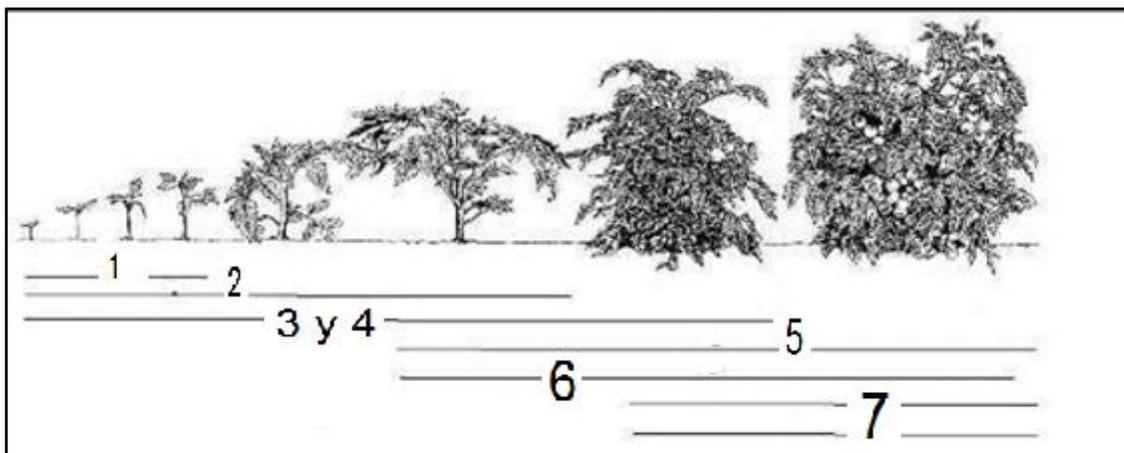
El aclareo selectivo: el cual consiste en la eliminación de frutos que son dañados por insectos o frutos que presentan alguna deformación o bien que no presenta buen tamaño (Crespo, 2010).

## E. Plagas y enfermedades del cultivo de tomate

### a. Plagas

En todo el ciclo de cultivo del tomate, la planta se ve atacada por insectos y enfermedades pudiendo estos llegar a plagas si no se tiene un buen control fitosanitario.

Durante todo el ciclo de cultivo de tomate le atacan diferente tipo de insecto ya que en cada etapa del cultivo le ataca diferente tipo de insecto, como lo muestra la figura 2.



Fuente: Chavarria, 2008.

**Figura 3. Plagas que afectan al cultivo de tomate en sus etapas fenológicas**

1. Cortadores (*Agrotis spp*, *Spodoptera spp*, *Manduca sexta*)
2. Crisomelidos (*Diabroticaspp*)
3. Mosca blanca (*Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum*)
4. Áfidos (*Myzus persicae*)
5. Larvas de lepidóptera
6. Minador (*Lyriomiza*)
7. Barrenador y chinche del fruto

### i. Áfidos (*Myzus persicae*)

Son insectos de aproximadamente dos milímetros de largo, de cuerpo blando y colores variados desde amarillos, verdes claros, con o sin alas; que se encuentran en el envés de la hoja, como lo muestra la figura 3, y en los brotes apicales debido a que allí es donde se alimentan de la savia; La presencia de estos insectos ocasiona reducción de rendimientos y de la calidad.



Fuente: Crespo, 2008.

**Figura 4. Áfidos en el envés de la hoja joven**

Control de áfidos:

Se recomienda la implementación de trampas, para llevar un buen monitoreo, si se encuentra más de 4 insectos por planta es necesario la aplicación de producto biológico o químico para la reducción de población. Como control biológico se puede utilizar moscas *Syrphides*, ya que estos son depredadores.

## ii. Mosca blanca (*Trialeurodes vaporarum*)

Insecto muy pequeño de alas blancas, cuerpo de color amarillo y de ojos rojos; los huevecillos son puestos en el envés de la hoja, los adultos y las ninfas se alimentan de la savia de la planta, en plantas afectadas las hojas se ponen de color amarillo, se “acolochan” y luego se caen; el mayor daño que causan es el de ser transmisores de virus que disminuye el rendimiento y calidad (Chavarria, 2008).

Control de mosca blanca:

Para las ninfas se puede utilizar agua y jabón, para la eliminación de los adultos se puede aplicar método químico y biológico, para el control biológico se puede utilizar avispas parasitas que es su enemigo natural.

## iii. Trips (*Frankliniella occidentalis*)

Insectos pequeños y alargados de tamaño entre 0.8-1.4 milímetros, larvas de color amarillo y los adultos de color entre amarillo y marrón, como lo muestra la figura 4, se localizan adentro de los brotes y flores; las hojas y frutos del tomate son deformados presentando cicatrices irregulares. Los trips son los responsables de transmisión de virus como el del bronceado del tomate (Crespo, 2008).



Fuente: Crespo, 2008.

**Figura 5. Trips presentes en el envés de la hoja**

Control de trips:

Dstrucción de residuos vegetales de cosecha anterior, como control biológico se puede utilizar insectos depredadores como las crisopas y mariquitas, también se puede utilizar control químico.

#### **iv. Minador de la hoja (*Lyriomiza spp*)**

Es un díptero de tamaño menor que 2 milímetros que en su estado adulto presenta en su cabeza, patas y superficie ventral una coloración amarilla, siendo las larvas que presentan un color transparente al principio tornándose en verde-amarillento en sus últimas fases de desarrollo.

Su daño son características galerías dentro de la hoja, debido a que la hembra deposita allí sus huevos donde la larva se desarrolla y empieza a alimentarse del parénquima de la hoja, ocasionando las galerías, como lo muestra la figura 5. Se alimenta allí hasta que cumple su desarrollo y rompe el tejido de la hoja y al caer al suelo empupar allí. Dañando las hojas reduciendo el área fotosintética (Chavarria, 2008).



Fuente: Chavarria , 2008.

**Figura 6. Galería en hoja de tomate causado por *Lyriomiza***

## **b. Enfermedades**

### ***i. Podredumbre o moho gris (*Botrytis cinérea*)***

La *Botrytis* afecta a cultivos hortícolas protegidos, factores como una alta humedad relativa (por arriba de 90%), temperaturas entre 17-23 °C y etapas maduras en el desarrollo de la planta (inicio floración y maduración de frutos) influyen para iniciación de la enfermedad.

Siendo sus síntomas principalmente característicos en las hojas, por cubiertas de un polvo grisáceo con algunas veces anillos concéntricos y sobre el fruto se presentan manchas circulares con bordes blanquecinos, como lo muestra la figura 6.



Fuente: Crespo, 2010.

**Figura 7. Lesión en el tallo, provocada por *Botrytis cinérea***

Control de *Botrytis cinerea*:

Eliminar los focos de infección, realizar aplicaciones periódicas de cobre, azufre y clorotalonil sobre las heridas provocadas por podas (Arizpe y Velázquez, 2008).

## **ii. Cenicilla, oídium o polvillo (*Oidium lycopersi*)**

La cenicilla es una enfermedad de infección frecuente, debido a las altas temperaturas dentro del invernadero ya que las condiciones para el desarrollo de la enfermedad es de una temperatura óptima de 26 °C y una humedad relativa entre 60 y 75%, diseminada principalmente por factores como el viento, insectos y herramientas.

Síntomas: Síntoma característico por un tipo de polvillo blanquecino sobre las hojas, afectando también a los tallos, formación de manchas amarillentas en las hojas que luego provocan marchitamiento y defoliación.

Control: Aplicación de productos a base de azufre y como control preventivo se debe retirar los restos de cultivo y las malezas del área de producción

## **iii. Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)**

El tizón tardío es la enfermedad más importante en el cultivo de tomate (Crespo, 2010), en invernadero se hace menos presente debido a la humedad que requiere el hongo para su desarrollo.

Las condiciones favorables para el desarrollo del hongo es temperatura que oscila entre los 16-25 °C y humedad relativa mayor al 90% (Crespo, 2010).

Los síntomas son característicos en hojas con el apareamiento de manchas irregulares con apariencia húmeda en el borde culminando en necrosis en la hoja como se presenta en la figura 7, en el envés de la hoja donde se encuentra la mancha, en los bordes se observa un tipo de cenicilla parecido a partículas de algodón como se muestra en figura 8.



Fuente: Arizpe y Velázquez, 2008.

**Figura 8. Síntoma de *Phytophthora infestans* en el haz de la hoja**



Fuente: Arizpe y Velázquez, 2008.

**Figura 9. Síntoma de *Phytophthora infestans* en el envés de la hoja**

Control de *Phytophthora infestans*:

Asegurar buena ventilación dentro del invernadero; se debe calendarizar aplicaciones con frecuencia de 7-14 días, en épocas de humedad de preferencia fungicidas sistémicos rotándolos con fungicidas de contacto como: mancozeb, clorotalonil y derivados del Cobre.

#### **iv. Tizón temprano (*Alternaria solani*)**

Hongo que puede ser disperso por factores como el viento, salpicaduras de agua, restos de plantas etc. Esta enfermedad se hace presente cuando existe una temperatura de 22-25 °C con una humedad relativa de 70% (Crespo, 2010).

El ataque de esta enfermedad presenta mayor severidad cuando la planta se encuentra en estrés ya sea por alta fructificación o por deficiencia de nutrientes, este hongo puede sobrevivir por un año entre los residuos vegetales (Crespo, 2010).

Los síntomas son característicos ya que esta enfermedad que ataca en cualquier etapa del cultivo, en estado de plántula, a nivel del cuello del tallo presenta pudrición, en plantas desarrolladas aparecen manchas de forma circular o angulada de color negro o marrón, y en tallos presenta lesiones negras y de forma alargada tal como se muestra en la figura 9 (Paredes-Zambrano, 2009).



Fuente: Paredes-Zambrano, 2009.

**Figura 10. Tallo infectado por *Alternaria solani***

Control de *Alternaria solani*:

Manejar y suministrarle los requerimientos nutricionales del cultivo, rotaciones de cultivo y aplicaciones de fungicidas en forma preventivas con mancozeb y evitar aplicaciones de oxiclóruros de cobre antes de la floración (Paredes-Zambrano, 2009).

**v. Marchitez por fusarium (*Fusarium oxysporum*)**

El hongo de *fusarium* que provoca la enfermedad puede permanecer en el suelo durante varios ciclos de cultivos y lograr penetrar las raíces para llegar al sistema vascular, siendo su diseminación por viento, semillas, viento o plantas contaminadas.

El daño es más intenso cuando la temperatura se encuentra entre 21- 33 °C, en suelos ácidos y mal drenados y de textura liviana.

Los síntomas son característicos ya que cuando la planta está en inicio de floración o en la formación de frutos, inicia el síntoma que es un amarillamiento en las primeras hojas hasta su marchitamiento (figura 10). En la planta infectada, al realizar un corte transversal en la parte baja del tallo, se podrá observar una coloración parda que es el tejido vascular (xilema) (Crespo, 2010).



Fuente: Crespo, 2010.

**Figura 11. Planta infectada por *Fusarium oxysporum***

**vi. Cáncer bacteriano (*Clavibacter michiganense*)**

Los síntomas de mayor percepción en las hojas superiores ya que se marchitan y se caen haciendo que la planta muera, manteniéndose los pecioloos verdes, el marchitamiento en las hojas se caracteriza por la formación de estrías de color café claro extendiéndose desde debajo del tallo y a lo largo del peciolo, como se presenta en la figura 11 (Crespo, 2010).



Fuente: Crespo, 2010.

**Figura 12. Hoja afectada por cáncer bacteriano**

Para el control del cáncer bacteriano debe ser desde la semilla, se debe usar semilla certificada y seleccionar plántulas sanas antes de la siembra.

### **c. Virus**

Las enfermedades virales dentro de un cultivo de tomate es de gran importancia esto debido a que si una planta se enferma se corre el riesgo de que esta planta transmita el virus hacia otras plantas sanas en el cultivo es por esto que planta vista enferma su control es arrancarla para evitar la transmisión y para toda la plantación el único método de control es la prevención (Zambrano, 2009).

#### **i. Virus del bronceado del tomate (TSWV):**

El virus del bronceado del tomate produce enanismo, la producción tiende a ser escasa y en veces nula; como muestra la figura 12, los síntomas por lo general se presentan en las hojas un tipo bronceado con puntos y manchas necróticas, siendo los trips el principal transmisor (Chavarria, 2008).



Fuente: Zambrano, 2009.

**Figura 13. Planta infectada con el virus del bronceado**

**ii. Virus del mosaico del tomate**

El principal síntoma es un mosaico del color verde claro-oscuro en las hojas, y frutos con manchas amarillas de maduración irregular con deformaciones, transmisión realizada por semillas o por factores como herramientas, plantas infectadas.

## **F. Bioestimulantes**

Los bioestimulantes son moléculas con una gama de estructuras muy amplia. Son un conjunto de compuestos hormonales o extractos vegetales, activos metabólicamente, principalmente utilizadas para incrementar crecimiento y producción de plantas, también son utilizados como liberadores de estrés (Rivera Bolvito, 2012).

Las hormonas han sido definidas como compuestos naturales, los cuales tienen propiedades que a diferencia de los nutrientes y vitaminas como reguladores de procesos fisiológicos, de interacción interno, en concentraciones muy por debajo; son los encargados en regular el crecimiento de los tejidos y diferenciación durante todo el ciclo de la planta, también detectan las condiciones desfavorables para la planta como el medioambiente. El grupo de los estimuladores o reguladores de crecimiento básicamente está compuesto por tres grupos de hormonas que son: auxinas, giberelinas y citoquininas, existen otros dos grupos hormonales que son el etileno y el ácido abscísico (Marassi, 2000).

La bioestimulación tiende a entregar concentración bajas de compuestos activos para el metabolismo vegetal con el único fin de ahorrar gastos de energía que la planta pueda tener, de esta manera lograr mejoras en el crecimiento de brotes, coberturas foliares entre otros (Rivera Bolvito, 2012).

### **a. Auxinas**

Las hormonas encontradas en el grupo de las auxinas provocan diversos efectos en el crecimiento de las plantas, especialmente en la expansión celular, permitiendo la elongación de los brotes y raíces, permitiendo generar respuestas trópicas (fototropismo, geotropismo), de forma natural se encuentra el ácido indolacético (AIA) siendo la más predominante; entre las sintéticas se encuentra el ácido naftalenacético (ANA), el ácido indolbutírico (IBA) y el ácido 2,4 diclorofenoxiacético (2,4-D) (Marassi, 2000).

Las auxinas se producen casi continuamente por algunos tejidos de la misma planta, sin embargo, estas no se acumulan en grandes cantidades, significando que debe ocurrir algún proceso de inactivación o destrucción encontrando mayor su concentración en los ápices de crecimiento (Bidwell, 1979).

Las auxinas producen efectos fisiológicos, entre los principales se encuentra la estimulación de la elongación celular, diferenciación del floema y xilema, y el crecimiento de algunas partes florales, también puede inducir la formación del fruto y su crecimiento (Rivera Bolvito, 2012).

#### **b. Giberelinas**

Existen más de un centenar de giberelinas, todas de ellas en forma de terpenos, parecen sintetizarse en muchas partes de la planta, pero es más especializada y enfoca su síntesis en las áreas que se encuentran en crecimiento activo como son los embriones o los tejidos meristemáticos o en desarrollo; de uso múltiple principalmente estimulación de crecimiento de la fruta, prevención y supresión de la latencia de semilla (Bidwell, 1979).

Las giberelinas producen efectos fisiológicos, entre las de mayor importancia se encuentra la inducción del alargamiento de entrenudos en tallos, eliminación de la dormancia que las yemas presentan e induce masculinidad en flores de plantas monoicas (Rivera Bolvito, 2012).

### **c. Citoquininas**

Las citoquininas o también llamadas citocininas son hormonas naturales las cuales promueven la división celular y regulan la diferenciación de los tejidos, llegado a los niveles máximos en los órganos jóvenes de la planta (semillas, frutos y hojas). Teniendo un traslado dentro de la planta muy bajo, sin embargo se ha identificado en el xilema y floema.

Las citoquininas producen efectos fisiológicos, entre la de mayor importancia es la estimulación de la división celular, desarrollo de yemas laterales, de la expansión foliar debido al alargamiento celular e incrementa la apertura estomática en algunas especies (Rivera Bolvito, 2012).

## **2.2.2 MARCO REFERENCIAL**

### **A. Ubicación área de estudio**

La finca la Esperanza está localizada en el municipio de Antigua Guatemala del departamento de Sacatepéquez, Guatemala. A una altitud de 1571msnm con las coordenadas geográficas siguientes:  $14^{\circ} 33' 57.35''$  Latitud norte y  $90^{\circ} 43' 35.65''$  latitud oeste (Google Earth, 2015).

### **B. Condiciones ambientales del área de estudio**

El municipio de Antigua Guatemala posee un clima, según el sistema Thorntwaite, templado se marcan dos estaciones, la primera va de mayo a septiembre que es la lluviosa y la otra la seca, con temperatura media oscilando entre  $20^{\circ}\text{C}$  -  $22^{\circ}\text{C}$ , con una humedad relativa media de 75%, y precipitación pluvial media de 1,024.5 mm anuales; la evapotranspiración potencial media es de 0.75 mm/día (Castillo-Cabrera y Vega, 2014).

### **C. Caracterización de suelo**

La geología de la región del municipio de Antigua, Guatemala ha sido caracterizada por ser conformada por rocas del cuaternario y rocas volcánicas. Los suelos en su mayor parte son áreas fragosas, volcanes y suelos de valles no diferenciados. Se dice que los suelos del municipio son del tipo forestal, fértiles para producción de árboles frutales de zonas templadas. Reportes del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación afirman que el 35% (3,427 ha) del suelo es del tipo agrícola, 26% (2,545 ha) es de uso forestal y un 39% (3,818 ha) es de protección (Castillo-Cabrera y Vega, 2014).

### **D. Material vegetal: Híbrido de Tomate Retana**

El híbrido de tomate Retana es de crecimiento determinado, planta de excelente firmeza y de buen vigor, de alta productividad; fruto característico por su color de tonalidad rojo intenso y de forma uniforme, con ciclo de 150 días desde trasplante hasta la última fecha de cosecha (Lemus-Carrillo, 2012).

### **E. Bioestimulante con Código XIV-AB**

El bioestimulante con código XIV-AB es un estimulante foliar, tipo potencializador de rendimiento, de la empresa agrícola grupo DUWEST Guatemala, lo cual por ser un producto en desarrollo se reserva la información del contenido del mismo, por lo cual solo se conoce y se hace referencia en el presente trabajo como producto código XIV-AB.

## 2.3 OBJETIVOS

### 2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de tres concentraciones de bioestimulante identificado con el código XIV-AB en tres épocas de aplicación, en la producción y número de fruto en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*), bajo condiciones controladas, finca La Esperanza, Antigua Guatemala, Sacatepéquez, Guatemala.

### 2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- A. Identificar concentración y la época de aplicación del bioestimulante en la que se logra una mayor producción de fruto comercial de tomate.
- B. Determinar cuál concentración y que época de aplicación del bioestimulantees en la que se logra una mayor cantidad de fruto de tomate.
- C. Calcular la relación beneficio/costo en la evaluación por cada tratamiento de bioestimulante.

## 2.4 HIPÓTESIS

Al menos un tratamiento de época y concentración del bioestimulante incrementará significativamente el rendimiento y cantidad de unidades de fruto de tomate (*Solanum lycopersicum*).

## 2.5 METODOLOGÍA

### 2.5.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño de experimentación en esta investigación fue de parcelas divididas, en arreglo bifactorial mas un testigo, el primer factor fue la época de aplicación y el segundo factor fue las diferentes concentraciones de bioestimulante identificado con el código XIV-AB. El ambiente experimental fue homogéneo, debido a que se llevó a cabo bajo condiciones controladas (invernadero). Los tratamientos se asignaron a las unidades experimentales aleatoriamente sin restricción.

### 2.5.2 MODELO ESTADÍSTICO

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \rho_k + (\alpha\rho)_{ik} + \epsilon_{ijk}$$

En el que:

$Y_{ijk}$  = Variable de respuesta medida en la  $ijk$  - ésima unidad experimental

$\mu$  = Media general

$\beta_j$  = Efecto del  $j$  - ésimo bloque

$\alpha_i$  = Efecto del  $i$  - ésimo nivel del factor A.

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Efecto de la interacción del  $i$ -ésimo nivel del factor A con el  $j$  - ésimo bloque, que es utilizado como residuo de parcelas grandes y es representado por error(a)

$\rho_k$  = Efecto del  $k$  - ésimo nivel del factor B

$(\alpha\rho)_{ik}$  = Efecto debido a la interacción del  $i$ -ésimo nivel del factor A con el  $k$  - ésimo nivel del factor B.

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental asociado a  $Y_{ijk}$  , es utilizado como residuo a nivel de parcela pequeña, y es definido como: Error(b)

### 2.5.3 FACTOR DE ESTUDIO

La investigación fue llevada a cabo en un arreglo factorial de bloques al azar de arreglo  $3^3$  más un testigo absoluto, con 3 repeticiones, para ser un total de 30 unidades experimentales con las características siguientes:

- Tratamientos incluyendo testigos: 10
- Área parcela experimental:  $14.8 \text{ m}^2$
- Área parcela neta:  $5 \text{ m}^2$
- Longitud de surco parcela neta: 2.9 m
- Distancia entre surco: 1.7 m
- Fila de planta por surco: 1 fila
- Número de plantas por parcela experimental 21 plantas
- Número de plantas muestreadas: 7 plantas

Se tuvo como primer factor la época de aplicación del bioestimulante, las cuales fueron:

E<sub>1</sub>. Aplicación a 15 días después de trasplante +Inicio floración + 45 días después de trasplante.

E<sub>2</sub>. Aplicación a Inicio floración + 45 días después de trasplante + 60 días después de trasplante.

E<sub>3</sub>. Aplicación a Inicio cosecha + 15 días después de inicio de cosecha + 30 días después de inicio de cosecha.

Como segundo factor se evaluó las diferentes concentraciones del bioestimulante código XIV-AB (nueva línea):

D<sub>1</sub>: 0.5 ml/l de bioestimulante.

D<sub>2</sub>: 0.75 ml/l de bioestimulante.

D<sub>3</sub>: 1 ml/l de bioestimulante.

#### **2.5.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS**

La combinación de la época de aplicación con las diferentes concentraciones del bioestimulantes más el testigo, dio un total de 10 tratamientos.

En el cuadro 3 se muestra como se establecieron los tratamientos evaluados

**Cuadro 3. Tratamientos evaluados**

Tratamiento (Clave)	Época de aplicación	Concentración (ml/l)
1 (E1D1)	Primera a 15 días después de trasplante, segunda a inicio floración y tercera a 45 después de trasplante.	0.5
2 (E1D2)	Primera a 15 días después de trasplante, segunda a inicio floración y tercera a 45 después de trasplante	0.75
3 (E1D3)	Primera a 15 días después de trasplante, segunda a inicio floración y tercera a 45 después de trasplante	1
4 (E2D1)	Primera en inicio floración, segunda a los 45 días después de trasplante y tercera a 60 días después de trasplante	0.5
5 (E2D2)	Primera en inicio floración, segunda a los 45 días después de trasplante y tercera a 60 días después de trasplante	0.75
6 (E2D3)	Primera en inicio floración, segunda a los 45 días después de trasplante y tercera a 60 días después de trasplante	1
7 (E3D1)	Primera en inicio cosecha, segunda a 15 días después de inicio cosecha y tercera a los 30 días después de inicio cosecha	0.5
8 (E3D2)	Primera en inicio cosecha, segunda a 15 días después de inicio cosecha y tercera a los 30 días después de inicio cosecha	0.75
9 (E3D3)	Primera en inicio cosecha, segunda a 15 días después de inicio cosecha y tercera a los 30 días después de inicio cosecha	1
10	Testigo Absoluto	

Fuente: Elaboración propia, 2015.

## **2.5.5 VARIABLES DE RESPUESTA**

### **A. Rendimiento obtenido expresado en t/ha**

De cada unidad experimental se tomó un tramo del surco central para evitar plantas con traslape de tratamiento, en las plantas ubicadas en el tramo se procedió a cosechar el fruto comercial para luego ser pesado, esto mismo en cada tratamiento con su repetición para así no tener plantas con traslape de aplicación.

### **B. Cantidad de unidad de fruto comercial**

De cada unidad experimental se tomó un tramo del surco central para evitar plantas con traslape de tratamiento, en las plantas ubicadas en el tramo se procedió a cosechar el fruto comercial para luego determinar su número.

## **2.5.6 MANEJO AGRÍCOLA**

### **A. Preparación de suelo**

Se realizaron los tablones de forma manual con azadón, a una distancia de 1.10 m entre cada tablón con dimensiones de 0.3 m de altura por 0.7 m de ancho.

### **B. Desinfección de suelo**

La desinfección del suelo se realizó de la manera que los productores de la zona lo realizan. La cual consiste en la aplicación del producto metamsodio, para luego sellar los surcos con el acolchado.

### **C. Acolchado**

Se utilizó un plástico de color negro, también conocido como “mulch”, al cual se le aperturaron agujeros en fila a través del mismo, siendo estos los espacios donde estuvieron las plantas sembradas; por tablón fueron aperturados con diámetro de 0.10 m y con distancia de 0.4 m entre cada uno.

### **D. Trasplante**

El trasplante del pilón se realizó a los 15 días después de la desinfección de suelo. Los pilones fueron proveídos por una pilonera del área.

### **E. Siembra**

El distanciamiento de siembra se realizó con una distancia de 0.4 m entre plantas y 1.70 m entre surco.

### **F. Riego**

El tipo de riego utilizado fue de tipo por goteo, se aplicó agua semanalmente, con dos riegos diarios el primero se realizaba por la mañana y el segundo por la tarde, con un tiempo de 12 minutos por turno.

### **G. Fertilización**

El plan de fertilización se realizó según lo que los productores del área comúnmente aplican como fertilización base para el cultivo de tomate, como lo muestra el cuadro 4.

Las aplicaciones durante los primeros 25 días después de trasplante fueron realizadas por medio de una bomba asperjadora de mochila de forma tronqueado o localizado.

Esto debido a que los productores de la zona aseguran que durante este tiempo las plantas no han desarrollado bien el sistema radicular y por ende no aprovechan el fertilizante de forma eficiente si se aplica inyectado o fertirriego, después de los 25 días del trasplante ya se realizó, la fertilización, vía riego por goteo con el fin de reducir mano de obra.

**Cuadro 4. Programa de fertilización utilizado en la evaluación**

Etapa (DDT)*	Fórmula	lb/200l de agua	Forma de aplicación
1	20-20-20	6.25	Localizado
5	Nitrato de Calcio	40	Localizado
7	13-40-13	75	Localizado
10	Nitrato de Calcio	40	Localizado
14	13-40-13	75	Localizado
20	20-18-22	20	Localizado
25	Sulfato de Amonio	15	Localizado
25	10-50-0	10	Fertiirrigación
30	Nitrato de Calcio	40	Fertiirrigación
40	20-18-22	20	Fertiirrigación
50	Nitrato de Calcio	40	Fertiirrigación
65	10-50-0	10	Fertiirrigación
65	Sulfato de amonio	15	Fertiirrigación
65	Nitrato de Potasio	10	Fertiirrigación
70	Nitrato de calcio	40	Fertiirrigación
80	10-50-0	10	Fertiirrigación
80	Sulfato de amonio	15	Fertiirrigación
80	Nitrato de Potasio	10	Fertiirrigación
85	20-18-22	30	Fertiirrigación
90	Nitrato de calcio	40	Fertiirrigación
95	Sulfato de amonio	15	Fertiirrigación
95	Nitrato de Potasio	10	Fertiirrigación

Fuente: Elaboración propia, 2015.

\*DDT: Días después de trasplante

## H. Programa fitosanitario

El programa fitosanitario se definió según los productos que utilizan los productores de tomate de la zona, aplicándolos únicamente cuando existía la presencia de insectos plagas que afectan al cultivo y/o indicios de focos de enfermedades aplicados únicamente como curativos y erradicativos.

Para el control de insectos que afectan el área foliar se utilizó:

*1-(6-cloro-3-piridilmetil)-N-nitroimidazolidin-2-ylidene amine + (S)-alfa-ciano-3-fenoxibencil (1R,3R)-3-(2,2 dibromovinil)-2,2- dimetilciclopropanocarboxilato* (Muralla Delta 190 OD) en concentración de 12 cc/16 lts agua; alternándolo con: *-5-(dimetilamino)-6-metiltetrahidro-2H-pyran-2-il]oxi}-9-etil-14-metil-7* (Exalt 6SC) en concentración de 8 cc/16lts de agua.

Para el control de enfermedades en la hoja se utilizó:

1,2-propilenbis(ditiocarbamato) cínquico polimérico (Antracol 70WP) en concentración de 100cc/16 litros; alternándolo con 3-(3,5-diclorofenil)-N -isopropil -2,4-dioxoinidazolidina- 1 – carboxamida (Rovral 50WP) en concentración de 50g/16 litros. Para el control de botrytis se utilizó 2- cloro-N-(4'-clorobifenil-2-il)-nicotinamida.+ N-2- [1-(4-clorofenil)-1H-pirazol-3- iloximetil] fenil-(N-metoxi) carbamato de metilo (Bellis WG) en concentración de 13 gr/ 16 litros. Sulfato cuprocalcico, con un contenido de cobre metálico como elemento no menor del 29.5 % (Bordocop) en dosis de 80 gr/16lts.

## I. Control de malezas

El control de las malezas fue llevado a cabo con la realización de raspados en el suelo de forma mecánica, es decir, con azadones entre las calles de los surcos.

## **J. Tutorado**

Cuando la plantación alcanzó una altura promedio de 25 centímetros se procedió a realizar el tutorado, actividad que consistía en pasar cáñamo o rafia alrededor de unas estacas, de 1.50 metros de altura promedio, que estaban a lo largo del surco con el fin de brindarle un sostén a la planta para que no cayera con el peso del fruto, esta actividad se repetía cuando la planta crecía cada 20 centímetros, hasta que alcanzó 7 líneas de rafia aproximadamente.

### **2.5.7 ANÁLISIS DE DATOS**

Con el fin de probar las hipótesis propuestas para el análisis de resultados se corrió un análisis de varianza (ANDEVA) con la ayuda del programa estadístico INFOSTAT® 2010, bajo el modelo de diseño experimental de arreglo factorial pero debido a que tiene un tratamiento extra que es el testigo se debió realizar primero un análisis de varianza como si fuera un experimento simple ya que el testigo rompe con la estructura factorial.

## 2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 2.6.1 EFECTO DEL BIOESTIMULANTE EN EL RENDIMIENTO Y CANTIDAD DE UNIDADES DE FRUTO COMERCIAL.

Para la variable de rendimiento en la producción se logró determinar que el mayor efecto del bioestimulante se logró tener en el tratamiento de época de aplicación de una primera aplicación al inicio de la cosecha, la segunda aplicación 15 días después de inicio de cosecha y la tercera aplicación 30 días después del inicio de cosecha, con la concentración más baja del bioestimulante evaluada que fue de 0.5 ml/l de agua. Con este tratamiento de época y concentración se obtuvo un rendimiento de 42.91 t/ha.

El segundo mejor tratamiento se obtuvo con el tratamiento de época de una primera aplicación al inicio de floración, la segunda aplicación 15 días después de inicio de floración y una tercera aplicación a los 30 días después del inicio de floración con la concentración de bioestimulante de 1 ml/l de agua. Con este tratamiento se obtuvo un rendimiento de 40.79 t/ha.

El tercer mejor tratamiento fue cuando para el tratamiento de época se realizó una primera aplicación a los 15 días después de trasplante, una segunda aplicación al inicio de floración y la tercer aplicación 15 días después de inicio de floración, con la concentración de bioestimulante de 0.5 ml/l de agua. Con este tratamiento se obtuvo un rendimiento de 39.33 t/ha.

El menor rendimiento fue mostrado por el testigo (al que no se le realizó aplicación alguna) siendo este de 31.95 t/ha. No existe diferencia significativa (0.05) en el rendimiento entre los tratamientos de época, concentración y el testigo, los cuadros de análisis estadístico se muestran en el anexo 12. En el cuadro 5 se muestra el rendimiento de los diferentes tratamientos.

**Cuadro 5. Rendimientos en t/ha de cada uno de los tratamientos evaluados**

<b>Tratamiento (Clave)</b>	<b>Época de aplicación</b>	<b>Concentración (ml/l)</b>	<b>Rendimiento (t/ha)</b>
7 (E3D1)	Primera en Inicio de cosecha, segunda a 15 días después de inicio cosecha, tercera a 30 días después de inicio cosecha	0.5	42.91
6 (E2D3)	Primera en Inicio floración, segunda a 45 días después de trasplante, tercera a los 60 días después de trasplante	1	40.79
2 (E1D2)	Primera a los 15 días después de trasplante, segunda en Inicio floración, tercera a los 45 días después de trasplante	0.75	39.33
9 (E3D3)	Primera en Inicio de cosecha, segunda a los 15 días después de inicio cosecha, tercera a los 30 días después de cosecha	1	38.64
5 (E2D2)	Primera en Inicio floración, segunda a 45 días después de trasplante, tercera a los 60 días después de trasplante	0.75	37.95
3 (E1D3)	Primera a los 15 días después de trasplante, segunda en Inicio floración, tercera a los 45 días después de trasplante	1	37.67
1 (E1D1)	Primera a los 15 días después de trasplante, segunda en Inicio floración, tercera a los 45 días después de trasplante	0.5	35.49
8 (E3D2)	Primera en Inicio de cosecha, segunda a los 15 días después de inicio cosecha, tercera a los 30 días después de cosecha	0.75	34.27
4 (E2D1)	Primera en Inicio floración, segunda a 45 días después de trasplante, tercera a los 60 días después de trasplante	0.5	33.79
10 T.absoluto			31.95

No obstante no haber diferencia estadística significativa al 0.05 si existe diferencia en el rendimiento que se obtuvo al combinar época de aplicación y concentración, esas diferencias se pueden observar en el cuadro 5 presentado arriba.

En relación al número de frutos comerciales por área, el mayor número obtenido fue de 618,172 unidades por hectárea que se obtuvo con el tratamiento de concentración de bioestimulante de 0.5 ml/l de agua, habiéndose realizado la primera aplicación al inicio de la cosecha, la segunda aplicación 15 días después de inicio de cosecha y la tercera aplicación 30 días después de inicio de cosecha.

El segundo mejor tratamiento se obtuvo con el tratamiento de época de una primera aplicación en inicio de cosecha, la segunda aplicación a los 15 días después de inicio de cosecha y la tercera aplicación a los 30 días después de inicio de cosecha con la concentración del bioestimulante a 1ml/l de agua. Con este tratamiento se obtuvo un total de 555,010 unidades de fruto comercial de tomate por hectárea.

El tercer mejor tratamiento fue cuando se aplicó una concentración de un mililitro de bioestimulante en un litro de agua en la época donde la primera aplicación fue a inicio de floración, una segunda aplicación a los 45 días después de trasplante y la tercera aplicación a los 60 días después de trasplante. Con este tratamiento se obtuvo 554,828 unidades de fruto comercial de tomate por hectárea.

En el tratamiento que se obtuvo una menor cantidad de unidades de fruto fue el tratamiento testigo (al que no se le realizó aplicación alguna) siendo este un total de 441,606 unidades por hectárea. No existe diferencia significativa (0.05) en el rendimiento en cantidad de unidades por hectárea, entre los tratamientos de época, concentración y el testigo, los cuadros de análisis estadístico se presentan en el anexo 13. En el cuadro 6 se muestran las unidades obtenidas por hectárea de los diferentes tratamientos.

**Cuadro 6. Unidades de fruto comercial de cada uno se los tratamientos evaluados**

<b>Tratamiento (Clave)</b>	<b>Época de aplicación</b>	<b>Concentración (ml/l)</b>	<b>Unidades/ha</b>
7 (E3D1)	Primera en Inicio de cosecha, segunda a 15 días después de inicio cosecha, tercera a 30 días después de inicio cosecha	0.5	618,172
9 (E3D3)	Primera en Inicio de cosecha, segunda a 15 días después de inicio cosecha, tercera a 30 días después de inicio cosecha	1	555,010
6 (E2D3)	Primera en Inicio floración, segunda a 45 días después de trasplante, tercera a los 60 días después de trasplante	1	554,828
2 (E1D2)	Primera a los 15 días después de trasplante, segunda en Inicio floración, tercera a los 45 días después de trasplante	0.75	532,242
8 (E3D2)	Primera en Inicio de cosecha, segunda a 15 días después de inicio cosecha, tercera a 30 días después de inicio cosecha	0.75	529,010
3 (E1D3)	Primera a los 15 días después de trasplante, segunda en Inicio floración, tercera a los 45 días después de trasplante	1	506,889
5 (E2D2)	Primera en Inicio floración, segunda a 45 días después de trasplante, tercera a los 60 días después de trasplante	0.75	505,030
1 (E1D1)	Primera a los 15 días después de trasplante, segunda en Inicio floración, tercera a los 45 días después de trasplante	0.5	498,172
4 (E2D1)	Primera en Inicio floración, segunda a 45 días después de trasplante, tercera a los 60 días después de trasplante	0.5	455,333
10 T. Absoluto			441,606

No obstante al no haber diferencia estadística significativa al 0.05 si existe diferencia en las unidades de fruto comercial por hectárea que se obtuvo al combinar época de aplicación y concentración, esas diferencias se pueden observar en el cuadro 6 presentado arriba.

### **2.6.2 ANÁLISIS ECONÓMICO**

En la obtención de los datos para el análisis económico y calcular el beneficio se tomaron en cuenta todos los costos que se efectuaron como el programa fitosanitario, programa de fertilización, pilón, riego, mano de obra e insumos variados. Para los ingresos se tomó como base el precio en el que se encontraba el kilogramo de tomate durante la época de cosecha que era de Q3.08 kilogramo de fruto comercial.

El beneficio económico de todos los tratamientos fueron rentables ya que ninguno presentó más gastos de lo que se ingresó sin embargo el tratamiento donde la época de aplicación fue la primera a inicio de cosecha, la segunda a los 15 días después de inicio de cosecha y la tercera a los 30 días después de inicio de cosecha aplicados a una concentración de bioestimulante a 0.5 ml/l de agua, presentó un beneficio de Q38, 663 tal y como se muestra el cuadro 7.

**Cuadro 7. Costos de producción, ingreso y beneficio por cada tratamiento**

Claves	Costo	Rendimiento (kg/ha)	Ingreso	Beneficio
7 (E3D1)	Q93,500.00	42 910	Q132,163	Q38,663
9 (E3D3)	Q93,500.00	40 790	Q125,633	Q32,133
6 (E2D3)	Q93,500.00	39 330	Q121,136	Q27,636
2 (E1D2)	Q93,500.00	38 640	Q119,011	Q25,511
8 (E3D2)	Q93,500.00	37 950	Q116,886	Q23,386
3 (E1D3)	Q93,500.00	37 670	Q116,024	Q22,524
5 (E2D2)	Q93,500.00	35 490	Q109,309	Q15,809
1 (E1D1)	Q93,500.00	34 270	Q105,552	Q12,052
4 (E2D1)	Q93,500.00	33 790	Q104,073	Q10,573
10 T. Absoluto	Q93,500.00	31 950	Q98,406	Q4,906

Referencia:

E1D1: primera aplicación 15 días después de trasplante, segunda a inicio floración y tercera a 45 después de trasplante, a una concentración de 0.5 ml/l.

E1D2: primera aplicación 15 días después de trasplante, segunda a inicio floración y tercera a 45 después de trasplante, a una concentración de 0.75 ml/l.

E1D3: primera aplicación 15 días después de trasplante, segunda a inicio floración y tercera a 45 después de trasplante, a una concentración de 1ml/l.

E2D1: primera aplicación en inicio de floración, segunda a los 45 días después de trasplante y tercera a 60 días después de trasplante, a una concentración de 0.5 ml/l.

E2D2: primera aplicación en inicio de floración, segunda a los 45 días después de trasplante y tercera a 60 días después de trasplante a una concentración de 0.75 ml/l.

E2D3: primera aplicación en inicio de floración, segunda a los 45 días después de trasplante y tercera a 60 días después de trasplante a una concentración de 1 ml/l.

E3D1: primera aplicación en inicio de cosecha, segunda a 15 días después de inicio cosecha y tercera a los 30 días después de inicio cosecha, a una concentración de 0.5 ml/l.

E3D2: primera aplicación en inicio cosecha, segunda a 15 días después de inicio cosecha y tercera a los 30 días después de inicio cosecha a una concentración de 0.75 ml/l.

E3D3: primera aplicación en inicio cosecha, segunda a 15 días después de inicio cosecha y tercera a los 30 días después de inicio cosecha, a una concentración de 1 ml/l.

Testigo Absoluto: tratamiento sin aplicación alguna

Debido a que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, es por eso que se realizó el análisis económico para así mostrar cual es el tratamiento que presentó un mejor beneficio con respecto al costo de los ingresos obtenidos en la comercialización de los mismos.

## 2.7 CONCLUSIONES

- 2.7.1. El bioestimulante incrementó el rendimiento en el híbrido de tomate Retana, no obstante este incremento no es significativo estadísticamente.
- 2.7.2. El bioestimulante incrementó las unidades de fruto comercial por área en el híbrido de tomate Retana, no obstante no es significativo estadísticamente.
- 2.7.3. Al utilizar el bioestimulante se obtiene mayor beneficio económico por unidad de área. La diferencia entre el tratamiento en el cual se obtuvo mayor producción con el testigo es de Q33,757 por hectárea.

## 2.8 RECOMENDACIÓN

Aplicar la concentración de bioestimulante de 0.5 ml/l de agua en tomate al inicio de cosecha, la segunda aplicación a los 15 días después de inicio cosecha y la tercera aplicación a los 30 días después de inicio de cosecha, ya que con ese se logra una mejor cantidad de utilidad en la comercialización con respecto a los demás tratamientos evaluados.

## 2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Arizpe, MG; Velázquez, MM. 2008. Manual para la producción de tomate en invernadero en suelo en el estado de Nuevo León. Nuevo León, México, SAGARPA. 183 p.
2. Bidwell, RG. 1979. Fisiología vegetal: acción de las hormonas y reguladores del crecimiento. México, AG Editor. p. 23.
3. Castillo-Cabrera, FJ; Vega, JJ. 2014. Índice de diversidad biológica urbana de la ciudad de La Antigua Guatemala: aplicación de nuevas herramientas en la evaluación del desempeño y la planificación ambiental de las ciudades. (en línea). Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación. 19 p. Disponible en <http://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puirna/INF-2013-33.pdf>
4. Crespo, M; Lujan, R; Plata, G; Barea, O; Crespo, L; Lino, V. 2010. Guía para el manejo del cultivo de tomate en invernadero. Cochabamba, Bolivia, PROINPA.
5. Chavarria, MU. 2008. Clasificación, bioecología, niveles críticos y estrategias de manejo de las principales plagas que afectan la producción de hortalizas. Nicaragua, Universidad Católica Agropecuaria del Trópico Seco.
6. Duque Ramos, CA. 2008. Manejo agronómico del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicon* L.) en casa malla, bajo las condiciones de Monjas, Jalapa, caso Empresa Mosca Blanca. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. 43 p.
7. Escalona-C, V; Alvarado-V, P; Monardes-M, H; Urbina-Z, C; Martin-B, A. 2009. Manual de cultivo de tomate. Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas - InnovaChile. p. 60
8. Lemus-Carrillo, AA. 2012. Evaluación del potencial de rendimiento y calidad de fruto de seis híbridos de tomate tolerantes a marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*), en aldea El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa. Guatemala, URL, Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales.

9. MAGA. 2013. El agro en cifras. Guatemala, Ministerio de Agricultura, Ganaderia y Alimentacion. Disponible en <http://web.maga.gob.gt/download/El-agro-en-cifras-small.pdf>
10. Marassi, MA. 2000. Hormonas vegetales. Argentina, Universidad Nacional del Nordeste. Disponible en <http://www.biologia.edu.ar/plantas/hormona.htm#Fitohormonas>
11. Monardes, MH. 2009. Manual de cultivo de tomate. Chile, Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronomicas.
12. Paredes-Zambrano, A. 2009. Manual del cultivo de tomate en invernadero. Colombia, Corpoica. p. 56.
13. Rivera Bolvito, JPA. 2012. Efecto de la bioestimulacion y nutrición foliar de la produccion y calidad de fruto, en el cultivo de chile pimienta bajo invernadero en Pachalí, San Juan Sacatepéquez, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 171 p.

## 2.10 ANEXOS

Repeticion#						
fecha de corte:						
No. Corte:						
<b>Etapa 1</b>						
	Primera		Segunda		Total	
Tratamiento	unidades	Lbs	Unidades	Lbs	unidades	Lbs
1						
2						
3						
4						
<b>Etapa 2</b>						
	Primera		Segunda		Total	
Tratamiento	unidades	Lbs	Unidades	Lbs	unidades	Lbs
1						
2						
3						
4						
<b>Etapa 3</b>						
	Primera		Segunda		Total	
Tratamiento	unidades	Lbs	Unidades	Lbs	unidades	Lbs
1						
2						
3						
4						

Figura 14 A. Formato de corte.

Cuadro 8 A. Análisis de varianza de concentración y época de aplicación para producción de frutos comerciales

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento	30	0.32	0.00	17.11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	310.38	9	34.49	0.85	0.5844
Bloque	26.88	2	13.44	0.33	0.7230
Error	732.30	18	40.68		
Total	1069.56	29			

### Cuadro 9 A. Contrastes entre concentración y aplicación sin estructura factorial

#### Contrastes

Tratamiento	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor	
factoresvstestigo		-53.22	34.94	94.40	1	94.40	2.32	0.1451
Total				94.40	1	94.40	2.32	0.1451

### Cuadro 10 A. Análisis de varianza considerando solo la parte factorial

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento	27	0.51	0.00	16.25

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Epoca	7.33	2	3.67	0.07	0.9363	(Epoca*Bloque)
Epoca*Bloque	219.28	4	54.82	1.45	0.2781	
Bloque	32.62	2	16.31	0.43	0.6597	
Dosis	18.41	2	9.21	0.24	0.7880	
Epoca*Dosis	190.23	4	47.56	1.26	0.3399	
Error	454.44	12	37.87			
Total	922.32	26				

### Cuadro 11 A. Análisis considerando el tratamiento adicional (testigo)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Epoca	7.33	2	3.67	0.0902163	0.914144
Dosis	18.41	2	9.21	0.2264012	0.7996346
Epoca*Dosis	190.23	4	47.56	1.1691249	0.3572998
Bloque	32.62	2	16.31		
Factoresvstestigo	94.4	1	94.4	2.32	0.1451
Error	732.3	18	40.68		
Total	1069.56	29			

**Cuadro 12 A. Análisis de varianza de concentración y época de aplicación para cantidad de frutos comerciales**

Variable N    R<sup>2</sup>    R<sup>2</sup> Aj    CV  
Unidades 30    0.50    0.20    15.71

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	120745882811.63	11	10976898437.42	1.65	0.1678
Bloque	50228068580.00	2	25114034290.00	3.77	0.0430
Tratamiento	70517814231.63	9	7835312692.40	1.18	0.3664
Error	120015752670.67	18	6667541815.04		
Total	240761635482.30	29			

**Cuadro 13 A. Contrastes entre concentración y aplicación sin estructura factorial**

Tratamiento	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
factores vs testigo	-780233.00	447242.95	20292117809.63	1	20292117809.63	3.04	0.0981
Total			20292117809.63	1	20292117809.63	3.04	0.0981

**Cuadro 14 A. Análisis de varianza considerando solo la parte factorial**

Variable N    R<sup>2</sup>    R<sup>2</sup> Aj    CV  
Unidades 27    0.58    0.22    15.42

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	124966240495.78	12	10413853374.65	1.62	0.1924	
Epoca	20882092880.67	2	10441046440.33	1.51	0.3254	(Epoca*Bloque)
Epoca*Bloque	27725644656.44	4	6931411164.11	1.08	0.4035	
Bloque	48549327741.56	2	24274663870.78	3.78	0.0486	
Epoca*Dosis	27809175217.11	4	6952293804.28	1.08	0.4020	
Error	89855494702.89	14	6418249621.63			
Total	214821735198.67	26				

# **CAPÍTULO III**

## **INFORME DE SERVICIOS**

### **3 SERVICIOS PROFESIONALES REALIZADOS**

### 3.1 PRESENTACIÓN

Durante la realización del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), se realizaron unas investigaciones de nuevas formulaciones de productos foliares de tipo bioestimulantes. Estas nuevas formulaciones se manejaron en codificación, debido a que son productos nuevos e innovadores.

A continuación se presentan los tres servicios que fueron realizados.

El primer servicio fue desarrollado en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) y fue con el producto con código XIV-AC a dos concentraciones, con el fin de evaluar el incremento en la producción y la calidad de fruto comercial, que este producto tendrá con su utilización, comparándolo contra un testigo comercial (Evergreen) y contra un testigo absoluto.

El segundo servicio fue desarrollado en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*), en donde se evaluó el producto con código XIV-AB a dos concentraciones, con el fin de determinar el incremento en la producción y la calidad de fruto comercial que el uso de este producto brindará, aplicándolo de forma foliar en 3 momentos diferentes del ciclo del cultivo, comparándolo con un testigo comercial (N-Large) y un testigo absoluto.

El tercer servicio que se presenta es desarrollado en el cultivo de arveja, en donde se evaluó el producto en código XIV-AA de aplicación foliar al cultivo en dos concentraciones, con el fin de aumentar la altura promedio por planta en una sola, a los 20 días de germinada la semilla. Fue evaluado contra un testigo comercial (N-Large) y un testigo absoluto.

Los servicios desarrollados debido a que el grupo DUWEST Guatemala busca siempre innovar en el mercado con productos agrícolas de alta calidad y encontrar nuevas y mejores soluciones e invierte bastante en investigación y desarrollo de nuevas formulas de productos antes de ser comercializadas.

## 3.2 PRIMER SERVICIO: EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DOS CONCENTRACIONES DEL PRODUCTO IDENTIFICADO CON EL CÓDIGO XIV-AC EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE FRUTOS COMERCIALES EN EL CULTIVO DE TOMATE EN SACSUY, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.

### 3.2.1 INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum*) internacionalmente está considerada como la hortaliza más importante, esto debido a sus múltiples usos y su alto consumo ya introducido como parte de la dieta alimenticia de los pobladores del mundo en general.

El tomate es perteneciente de la familia de las solanáceas, originario de América andina, pero fue en México donde se adaptó para su uso como cultivo.

La producción mundial de tomate se mantiene en un incremento constante, y no es debido solamente por el aumento de las áreas cultivadas, sino que a la mejora en los avances tecnológicos los cuales permiten el incremento en los rendimientos tales como, nuevas variedades del cultivo, fertilizantes más eficientes. Y de nuevas técnicas como riegos por goteo, manejo de cultivo en condiciones controladas. (MAGA, 2014)

Entre los nuevos avances tecnológicos con los cuales permiten incrementos en los rendimientos, están las aplicaciones de fertilizantes foliares como complemento a las fertilizaciones edáficas o bien como correcciones de microelementos en las plantas, es por esto que se realizó la evaluación del producto identificado con el código XIV-AC en dos concentraciones distintas comparándolas con un testigo comercial (Evergreen) y un testigo absoluto. En un total de 5 aplicaciones durante todo el ciclo.

### 3.2.2 MARCO TEÓRICO

El cultivo de tomate puede ser cultivado en una amplia gama de suelos, preferiblemente en suelos de tipo franco o franco-arcilloso, con buen drenaje y pH de 5.5- 7. Los requerimientos de fertilización no pueden ser definidos simplemente con la obtención de la diferencia entre la cantidad de nutrimentos requeridos por la planta para un nivel de rendimiento dado y el contenido natural de estos en el suelo; sino que tomando en cuenta la dinámica en el suelo de los elementos que habría que aplicar incluyendo las pérdidas que ocurren por el efecto de lixiviación volatilización y fijación. (Orellana Polanco, 1986)

La fertilización foliar se tiene como un complemento de la fertilización edáfica, la cual es un método en el que se aportan nutrientes a la plantas a través de las hojas o bien son aplicadas para corregir deficiencias específicas en el periodo de desarrollo del cultivo. Fisiológicamente todos los nutrientes pueden ser absorbidos por la vía foliar pudiendo ser a una mayor o a una menor velocidad, es por esto que se dice, que la nutrición puede ser completa vía foliar pero en la práctica no es posible debido al alto costo de jornales para todas la aplicaciones que se tendrían que realizar. (Rivera Bolvito, 2012)

La fertilización foliar es el método el cual proporciona una mayor rapidez en la utilización de los nutrimentos, permitiendo la corrección de las deficiencias, debido a que la penetración de los nutrientes es directamente a la planta, siendo absorbida por las hojas en el día es por esto que las aplicaciones foliares tienen que ser realizadas en la mañana ya que para la planta es la mejor hora del día. La absorción relativa del nitrógeno es muy alta llevándose a cabo de dos a cinco horas, en cambio, la absorción del fósforo es muy baja llevándose a cabo hasta los seis días después de ser aplicado. (Villanueva Cambara, 1987)

### **3.2.3 OBJETIVOS**

#### **A. Objetivo general**

Evaluar el efecto de dos concentraciones del producto identificado con el código XIV-AC en la producción y calidad de frutos comerciales en el cultivo de tomate en Sacsuy, San Juan Sacatepéquez.

#### **B. Objetivos específicos**

- a. Identificar cuál es la mejor concentración del producto en código XIV-AC, en la que se logra la obtención de un mayor rendimiento expresado en kg/ha en el cultivo de tomate.
- b. Determinar cuál es la concentración del producto en código XIV-AC, en la que se obtiene un mayor porcentaje de primera calidad de fruto en el cultivo de tomate.
- c. Calcular el beneficio económico a obtener en la evaluación por cada tratamiento.

### **3.2.4 METODOLOGÍA**

#### **A. Manejo del experimento**

El experimento se realizó en una plantación del cultivo de tomate, debido a que la planta de tomate es una de las hortalizas de mayor comercialización en Guatemala. Esto fue realizado en el híbrido de tomate de variedad Retana, el cuál fue sembrado en un distanciamiento de 1.10 m entre surco y 0.35 m entre plantas.

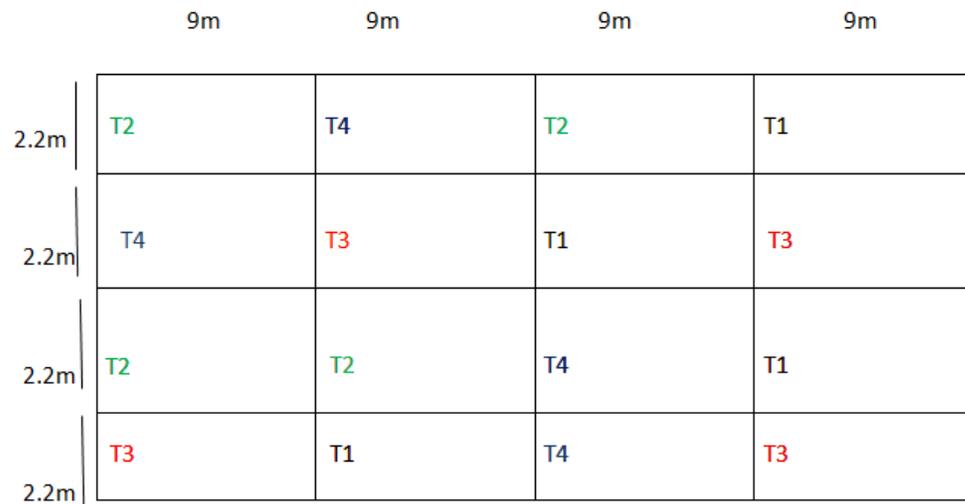
## **B. Condiciones del experimento**

El manejo del experimento fue realizado bajo una estructura de tipo túnel, debido a que es una de las técnicas de mayor empleo en las áreas de producción de esta hortaliza. Con ello se logró que la evaluación tuviera características homogéneas con temperaturas y ataques de plagas y enfermedades.

El área experimental tiene una topografía con una ligera pendiente, se procuró realizarla en una parte del terreno donde la densidad de las plantas estuviera homogénea, para que la evaluación tuviera buen manejo y fuera pareja para la toma de datos.

## **C. Diseño y croquis del ensayo**

Debido a que dentro de los túneles en producción se contó con una ligera pendiente, se optó por trabajar el diseño experimental con el que más se adecuaba a las condiciones. Se utilizó el diseño de bloques al azar con 4 repeticiones, con un total de 16 unidades experimentales. La figura 1 presenta el arreglo de las unidades experimentales dentro del invernadero. Los tratamientos fueron numerados aleatoriamente. En el cuadro 1 se muestran los tratamientos que fueron evaluados y a la concentración con la cuál fueron designados.



**Figura 15. Croquis del diseño experimental**

**Cuadro 15 Cuadro de tratamientos evaluados**

No. Tratamiento	Producto	l/200l
1	Testigo Absoluto	-----
2	Evergreen	1
3	XIV-AC No.1	0.5
4	XIV-AC No.2	0.750

#### **D. Aplicación de tratamientos**

La época de aplicación de esta evaluación fue enfocada para lograr potencializar los rendimientos. Fueron evaluadas las aplicaciones en toda la época de floración de la planta de tomate. La primera aplicación fue a inicio de crecimiento, previo a la floración, a los 15 días después de trasplante. La segunda aplicación fue en inicio de floración. La tercera a los 45 días después de trasplante y a los 60 y 75 días después de trasplante la cuarta y quinta aplicación, respectivamente.

## **E. Análisis de datos**

Con el fin de analizar los resultados se corrió un análisis de varianza (ANDEVA) con la ayuda del programa estadístico INFOSTAT® 2010, bajo el modelo de diseño experimental de bloques completamente al azar. Luego se realizó una prueba post-ANDEVA de medias LSD Fisher, para conocer la existencia de una diferencia significativa entre los tratamientos para la variable de rendimientos obtenidos expresados en kg/ha.

## **F. Variables de respuesta**

### **a. Rendimiento obtenido expresado en kg/ha**

De cada unidad experimental se tomó un tramo del surco central para evitar plantas con traslape de tratamiento. En las plantas ubicadas en el tramo se procedió a cosechar el fruto comercial para luego ser pesado. Lo mismo se realizó en cada tratamiento con sus repeticiones, para no tener plantas con traslape de aplicación.

### **b. Calidad de fruto expresado en % de tamaños**

De cada unidad experimental se tomó un tramo del surco central para evitar plantas con traslape de tratamiento. En las plantas ubicadas en el tramo se procedió a cosechar el fruto comercial así proceder a clasificar el fruto comercial según su tamaño en primera, segunda y tercera calidad. Se realizó lo mismo en cada tratamiento con sus repeticiones para así no tener plantas con traslape de aplicación.

### **c. Análisis económico**

Debido a que es una finca comercial no, se logró la obtención de los costos de producción. Es por eso que el análisis se cálculo solo con los ingresos promedios de la comercialización de la cosecha.

## **3.2.5 RESULTADOS**

### **A. Rendimiento obtenido expresado en kg/ha**

Para la variable de rendimiento donde se obtuvo el mayor rendimiento, con las mismas 5 aplicaciones de todos los tratamientos. Es en el tratamiento con el producto de código XIV-AC.2 la concentración del bioestimulante de 750ml/200l de agua, se obtuvo un rendimiento total de 110,970.83 kg/ha. El segundo mejor rendimiento se obtuvo con el tratamiento del producto en código XIV-AC.1 con una concentración del bioestimulante de 500ml/200l de agua, con este tratamiento se obtuvo un rendimiento de 104,312.50 kg/ha.

El tercer menor rendimiento lo presentó el tratamiento 3 que fue en la aplicación del producto Evergreen. En los mismos momentos de aplicación de los demás tratamiento, a una concentración del producto de 1 l/200l de agua, se obtuvo un rendimiento de 102,084.72. El menor rendimiento fue mostrado en el tratamiento 1 que fue donde no se aplicó ningún producto en ninguno de los 5 momentos de aplicación, fue de 92,568.06. Tal y como se muestran los rendimientos totales en la gráfica de la figura 2.

Debido a que a esta variable se le realizó un análisis estadístico para comprobar si existe alguna diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos evaluados, se determinó en el ANDEVA, que si existe una diferencia significativa estadísticamente entre los tratamientos a 0.05%.

Por lo que se procedió a realizar un análisis post-ANDEVA para corroborar cuál de los tratamientos es el que presentó la diferencia significativa. Como lo presenta el cuadro 2 de los anexos.

Al llevar a cabo en el software Infostat, el post-ANDEVA, mostró que el tratamiento que está marcando la diferencia significativa estadísticamente. El tratamiento, en la prueba LSD-Fisher, que le corresponde una letra única lo vincula a un solo grupo. Es decir que es el que generó la diferencia estadísticamente significativa. El que corresponde a una sola letra es el tratamiento 4, que es el producto foliar de código XIV-AC.2 a una concentración de 750ml/200l de agua, el cual se presenta en el cuadro 3 de los anexos.

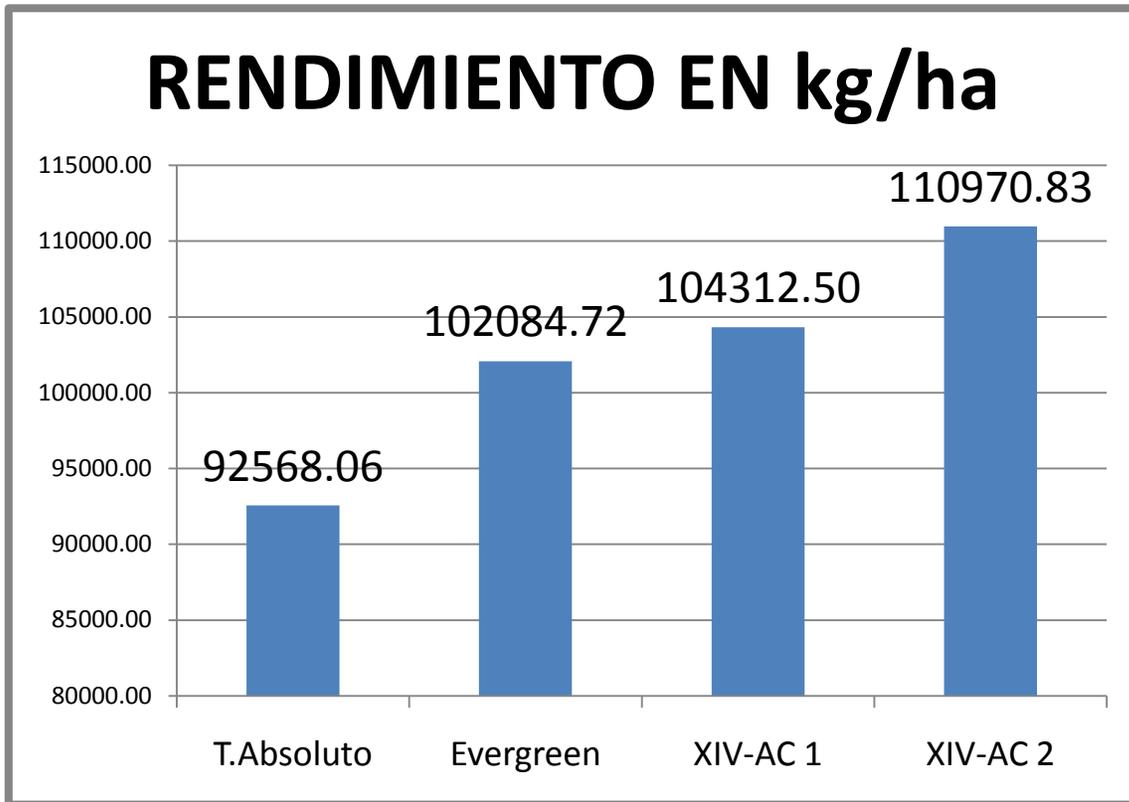


Figura 16. Rendimientos obtenidos en kg/ha

## B. Calidad de frutos expresados en % según tamaño

Para la variable de calidad de frutos el tratamiento que presentó un mayor porcentaje de primera calidad fue el tratamiento 4, de concentración del producto código XIV-AC.2 a 750ml/200l de agua, representó el 70% de la producción total de ese tratamiento. Se dice que este es el mejor tratamiento para esta variable cuantificable, debido a que la primera calidad es mejor pagada.

El segundo tratamiento que mejor calidad de tomate fue el tratamiento 3, donde la concentración fue de 500 ml/200l del producto de código XIV-AC.1, del total de la producción donde se aplicó esta concentración fue del 65% de primera calidad. El que presentó un menor porcentaje, de primera calidad en fruto de cosecha, fue el tratamiento en el que no hubo aplicación alguna, dando un total de 37 %. Esto se presenta en la grafica de la figura 3.

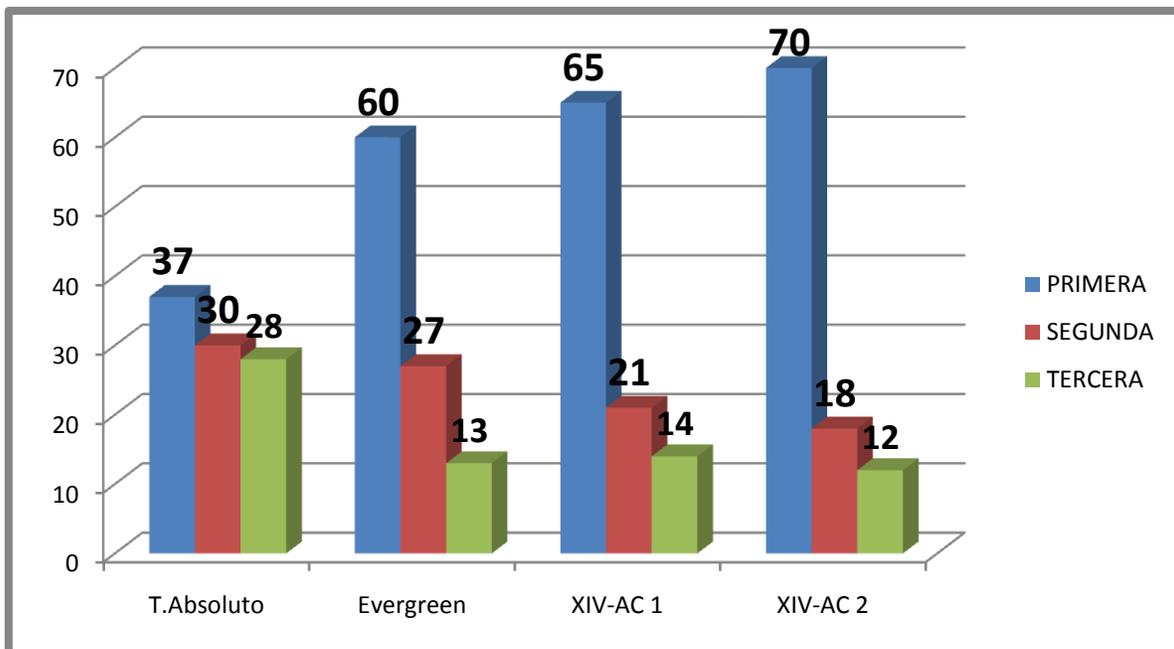


Figura 17. Calidad de frutos obtenidos expresados en %

### C. Análisis económico

A continuación se presentan los ingresos obtenidos en el ensayo, tomando en cuenta. Se logró comercializar el tomate a un precio fijo de venta por kg de tomate de primera calidad a Q2.2/kg, el de segunda calidad a Q1.76/kg y el de tercera calidad a Q1.30/kg. Este beneficio total fue realizado no tomando en cuenta los costos de producción. La finca es privada y no proporcionó los datos de las inversiones. Al realizar el análisis económico se utilizaron los datos de la variable rendimientos expresados en kg/ha, debido a que es la variable más cuantificable.

Con este análisis se comprobó que el tratamiento con el que se obtiene un mayor beneficio económico corresponde al tratamiento donde se aplicó el producto en código XIV-AC. Con la mayor concentración evaluada (250 ml/200l). Ya que con este tratamiento el beneficio fue de Q 223,640.00.

**Cuadro 16. Beneficios obtenidos con el ensayo**

Tratamiento	1era	2da	3era	Total
T.Absoluto	Q75,350.00	Q48,880.00	Q34,200.00	Q158,430.00
Evergreen	Q134,750.00	Q48,480.00	Q17,490.00	Q200,720.00
XIV-AC 1	Q149,150.00	Q38,560.00	Q19,290.00	Q207,000.00
XIV-AC 2	Q170,900.00	Q35,160.00	Q17,580.00	Q223,640.00

### **3.2.6 CONCLUSIONES**

- A. Todos los tratamientos donde se realizaron aplicaciones presentaron un efecto significativo en el incremento de rendimiento, expresado en kg/ha y en unidades de fruto comercial.
- B. El producto con código XIV-AC a la concentración mayor (750 ml/200l) es el producto con el que se incrementa el rendimiento de la producción en una mayor cantidad.
- C. El producto con código XIV-AC a la concentración mayor (750 ml/200l) es el producto que genera un mayor beneficio económico.

### **3.2.7 RECOMENDACIÓN**

Evaluar el producto código XIV-AC a sus dos concentraciones, con las que fueron evaluadas en este trabajo y realizar el análisis económico y tomar en cuenta los costos de producción para realmente conocer cuál es la relación beneficio costo del producto.

## 3.2.8 ANEXOS

Cuadro 17 A. Análisis de varianza de rendimientos obtenidos en kg/ha

## Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento	16	1.00	1.00	2.46

## Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2109793039.12	6	351632173.19	888.14	<0.0001
Bloque	2066329209.68	3	688776403.23	1739.68	<0.0001
Tratamiento	43463829.45	3	14487943.15	36.59	<0.0001
Error	3563286.24	9	395920.69		
Total	2113356325.37	15			

Cuadro 18 A. Comparación de medias Fisher post-Andeva

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1006.49534

Error: 395920.6938 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
XIV-AC 2	27742.71	4	314.61	A
XIV-AC 1	26078.12	4	314.61	B
Evergreen	25521.18	4	314.61	B
T.Absoluto	23142.01	4	314.61	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### 3.3 SEGUNDO SERVICIO: EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DOS CONCENTRACIONES DEL PRODUCTO IDENTIFICADO CON EL CÓDIGO XIV-AB EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE FRUTOS COMERCIALES EN EL CULTIVO DE TOMATE EN SACSUY, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.

#### 3.3.1 INTRODUCCIÓN

El tomate está considerado como la hortaliza más importante del mundo y esto debido a los usos que la población en general le da al fruto de tomate, siendo este desde comiéndose en fresco como fruta o bien de uso industrial para la realización de pastas y salsas (MAGA, 2013).

La producción de tomate en Guatemala se ha convertido en una actividad costosa y esto es debido a los costos de inversión para el control de plagas y enfermedades que afectan directamente y considerablemente la producción. Se han desarrollado técnicas como lo son la producción de cultivos bajo condiciones controladas, en estructuras de tipo invernadero, estas estructuras proporciona grandes ventajas de manejo, ya que con esta técnica se puede tener un mejor control de enfermedades y por la razón que está protegido el cultivo se tendrá una menor presencia de insectos plaga (Duque, 2008).

Entre los nuevos avances tecnológicos con los cuales permiten incrementos en los rendimientos, están las aplicaciones de fertilizantes foliares como complemento a las fertilizaciones edáficas o bien como correcciones de microelementos en las plantas, es por esto que se realizó la evaluación del producto identificado con el código XIV-AB en dos concentraciones distintas comparándolas con un testigo comercial (N-large) y un testigo absoluto. En un total de 3 aplicaciones durante todo el ciclo.

### 3.3.2 MARCO TEORICO

El cultivo de tomate es muy exigente para los requerimientos nutricionales, es por esto que es necesario realizar un análisis de suelo previo a la siembra, con el fin de conocer el contenido de nutrientes del suelo, el pH y conductividad eléctrica. Con el análisis de suelo se determina el contenido de nutrientes para conocer que tan fértil es el suelo y que tanta nutrición le proporciona el mismo suelo a la planta para con ese dato darle la nutrición o brindarle los elementos que están deficientes en el suelo para que la planta tenga un desarrollo óptimo y se vea reflejado en la producción.

Otro método de brindarle nutrición a la planta es por medio de aplicaciones foliares como complementación a la fertilización edáfica o al suelo, o para corregir deficiencias de elementos en el desarrollo de la planta.

Los fertilizantes que son de aplicación foliar son aplicados, como el nombre lo dice, a través de la superficie de la hoja, teniendo que atravesar diversas barreras estructurales encontradas en las hojas, esto es debido a que los fertilizantes están basados en sales (cationes/aniones) y pueden presentar varios problemas con la penetración de las células que se encuentran en el interior del tejido de la planta (Rivera Bolvito, 2012).

Los bioestimulantes son moléculas de muy amplia gama de estructuras pudiendo estar compuestas por hormonas o extractos de tipo vegetal, como lo son los aminoácidos y ácidos orgánicos, que son mayormente utilizados para incrementar el crecimiento y rendimientos en la producción de la planta o bien para la superación del estrés en las plantas.

Los bioestimulantes actualmente utilizados la mayoría de ellos son de origen natural, como extractos de algas marinas, basándose en la recuperación de los elementos hormonales y nutricionales. También en una menor cantidad son comercializados productos derivados de extractos vegetales (Rivera Bolvito, 2012).

### **3.3.3 OBJETIVOS**

#### **A. Objetivo general**

Evaluar el efecto de dos concentraciones del producto identificado con el código XIV-AB en la producción y calidad de frutos comerciales en el cultivo de tomate en Sacsuy, San Juan Sacatepéquez.

#### **B. Objetivos específicos**

- a. Identificar cuál es la mejor concentración del producto en código XIV-AB, en la que se logra la obtención de un mayor rendimiento expresado en kg/ha en el cultivo de tomate.
- b. Determinar cuál es la concentración del producto en código XIV-AB, en la que se obtiene un mayor porcentaje de primera calidad de fruto en el cultivo de tomate.
- c. Calcular el beneficio económico a obtener en la evaluación por cada tratamiento.

### **3.3.4 METODOLOGÍA**

#### **A. Manejo del experimento**

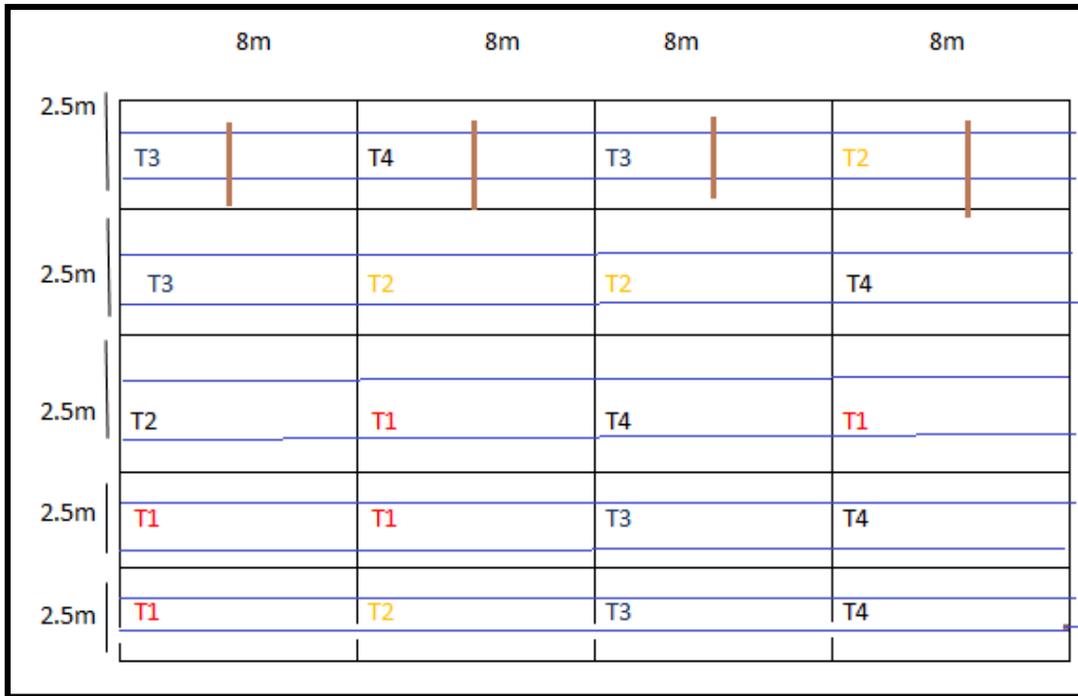
El experimento se llevó a cabo en la plantación del cultivo de tomate, de la variedad Retana, ya que en el área es de los materiales vegetales de mayor frecuencia de uso. El distanciamiento de siembra fue de 1.10 m entre surcos y de 0.40 m entre plantas.

#### **B. Condiciones del experimento**

El manejo del experimento fue bajo estructura de tipo invernadero de plástico. Con esto se logró un excelente control de factores vitales en el desarrollo de la planta como lo son las condiciones ambientales, plagas y enfermedades. Los tabloncillos dentro del invernadero fueron realizados en contra de la moderada pendiente que había en el invernadero.

#### **C. Diseño y croquis del experimento**

Los surcos dentro del invernadero en producción se encontraban realizados con una moderada pendiente que llevaba el invernadero desde su construcción. Es por eso que se optó por la elección de distribuir las unidades experimentales de forma aleatoria. El modelo estadístico que se utilizó fue el de bloques completamente al azar con 5 repeticiones por tratamiento para ser un total de 20 unidades experimentales, en la figura 4 se presenta el croquis del experimento.



**Figura 18. Croquis del experimento**

#### **D. Tratamientos evaluados**

Debido a que es un producto nuevo, no evaluado anteriormente, se necesita conocer y comprobar a qué concentración el producto tendrá un mejor efecto sobre el rendimiento del cultivo. Es por esto que el tratamiento 3 y 4 es el mismo producto pero a diferente concentración siendo de 200 y 250 ml/200l respectivamente. El tratamiento 2 es el producto de comercial N-large y fue evaluado a la concentración igual a la menor del producto con código XIV-AB. El tratamiento 1 es el testigo absoluto que fue donde no se aplicó nada, en el cuadro 5 se muestran los tratamientos evaluados.

**Cuadro 19. Tratamientos evaluados**

Tratamiento/Producto	ml/200l	ml/200l
T.1 Testigo absoluto	--	--
T.2 Testigo comercial N-large	--	250
T.3 Tratamiento XIV-AB No.1	200	--
T.4 Tratamiento XIV- AB No.2	250	--

**E. Aplicación de tratamientos**

Los productos evaluados tienen la finalidad de incrementar los rendimientos, es por esto que el producto va enfocado con relación directa hacia la floración. Debido a en esta etapa fenológica inicia el éxito de una buena cosecha, ya que cada flor luego se convierte en el fruto. Los momentos de aplicación son 3, siendo la primera aplicación a inicio de floración, la segunda aplicación 15 días después del inicio de floración y la tercera aplicación 30 días después del inicio de floración.

**F. Análisis de varianza**

Con el fin de analizar los resultados se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) con la ayuda del software estadístico INFOSTAT® 2010, bajo el modelo de diseño experimental de bloques completamente al azar, con esto verificar la existencia de alguna diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos evaluados. Luego se realizó una prueba post-ANDEVA de medias LSD Fisher, para determinar cuál es el tratamiento el que genera la diferencia estadísticamente significativa, para la variable de rendimientos obtenidos expresados en kg/ha.

## **G. Variables de respuesta**

### **a. Rendimientos obtenidos expresados en kg/ha**

De cada unidad experimental se tomó un tramo del surco central para evitar plantas con traslape de tratamiento. En las plantas ubicadas en el tramo se procedió a cosechar el fruto comercial para luego ser pesado, esto mismo en cada tratamiento con su repetición para así no tener plantas con traslape de aplicación.

### **b. Calidad de fruto expresada en %**

De cada unidad experimental se tomó un tramo del surco central para evitar plantas con traslape de tratamiento. En las plantas ubicadas en el tramo se procedió a cosechar el fruto comercial, así proceder a clasificar el fruto comercial según su tamaño en primera, segunda y tercera calidad. Esto mismo se realizó en cada tratamiento con su repetición, evitar plantas con traslape de aplicación.

### **c. Análisis económico**

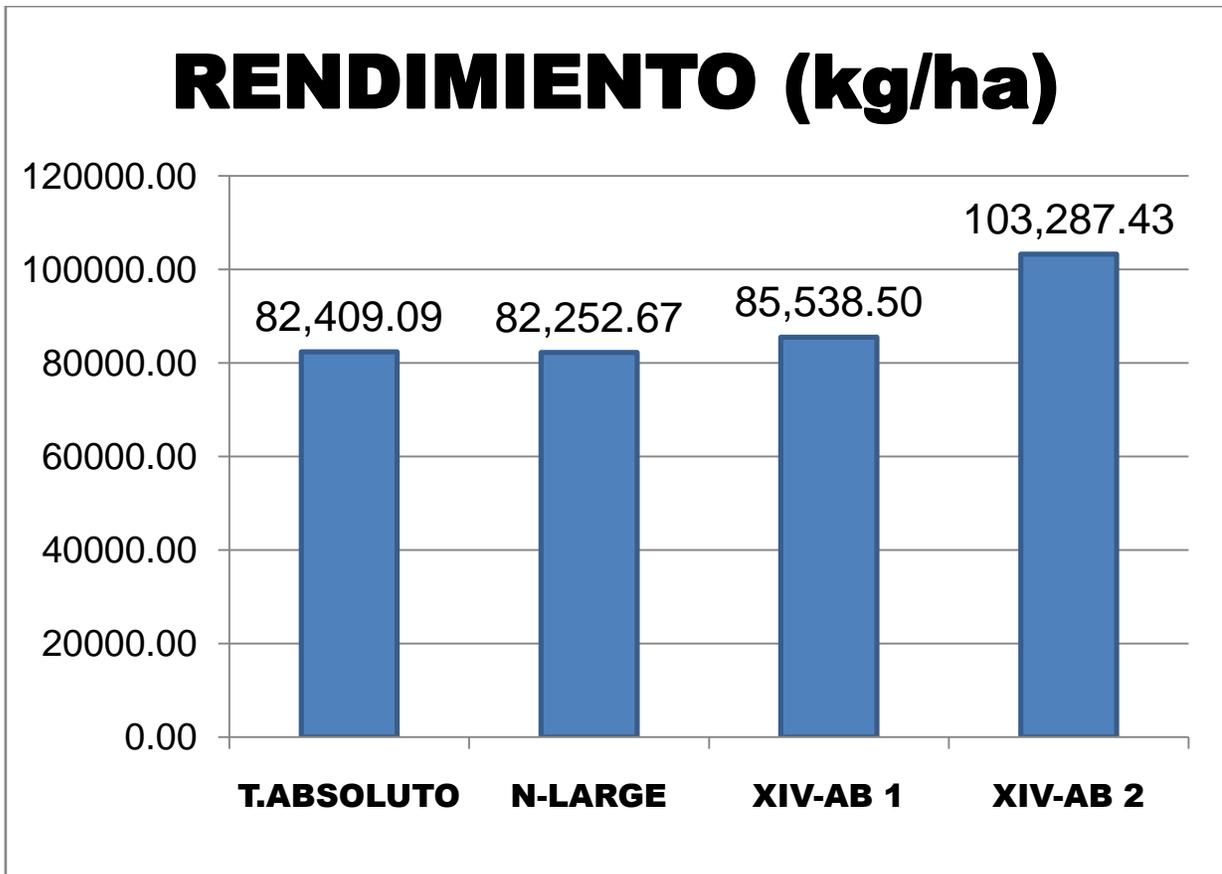
Debido a que es una finca comercial no, se logró la obtención de los costos de producción es por eso que el análisis se calculó sólo con los ingresos de la comercialización de la cosecha.

### 3.3.5 RESULTADOS

#### A. Rendimientos expresados en kg/ha

Para la variable rendimiento, expresado en kg/ha, el tratamiento que produjo mayor rendimiento en la producción fue en el tratamiento 4, con la concentración del producto en código XIV-AB de 250 ml/200l de agua, con las mismas 3 aplicaciones de todos los tratamientos. Con este tratamiento se obtuvo un rendimiento de 103,287.43 kg/ha. En el segundo mejor tratamiento se obtuvo un rendimiento de 85,538.50 kg/ha, este fue con el tratamiento 3 que era el producto con código XIV-AB a la concentración más baja evaluada de 200 ml/200l.

El tercer mejor tratamiento evaluado fue el tratamiento donde se aplicó el producto comercial N-large, a una concentración de 200 ml/200l, con las mismas 3 aplicaciones. Con este tratamiento se obtuvo un rendimiento total de 82,252.67 kg/ha. El tratamiento que presentó un menor rendimiento en la producción fue el tratamiento testigo, que fue donde no existió aplicación alguna ya que con este tratamiento se obtuvo un rendimiento de 82,409.09 kg/ha. Estos resultados se muestran en la figura 5.



**Figura 19. Rendimientos obtenidos kg/ha**

Debido a que a esta variable de rendimientos expresados en kg/ha es la que más interesa, se realizó un análisis estadístico para comprobar si existe alguna diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos evaluados. En el análisis de varianza (ANDEVA) se obtuvo, que si existe una diferencia significativa estadísticamente entre los tratamientos a 0.05% de significancia. Entonces se procedió a realizar un análisis post-ANDEVA para corroborar cuál de los tratamientos es el que presentó la diferencia significativa. Como se presenta en el cuadro 6 de los anexos.

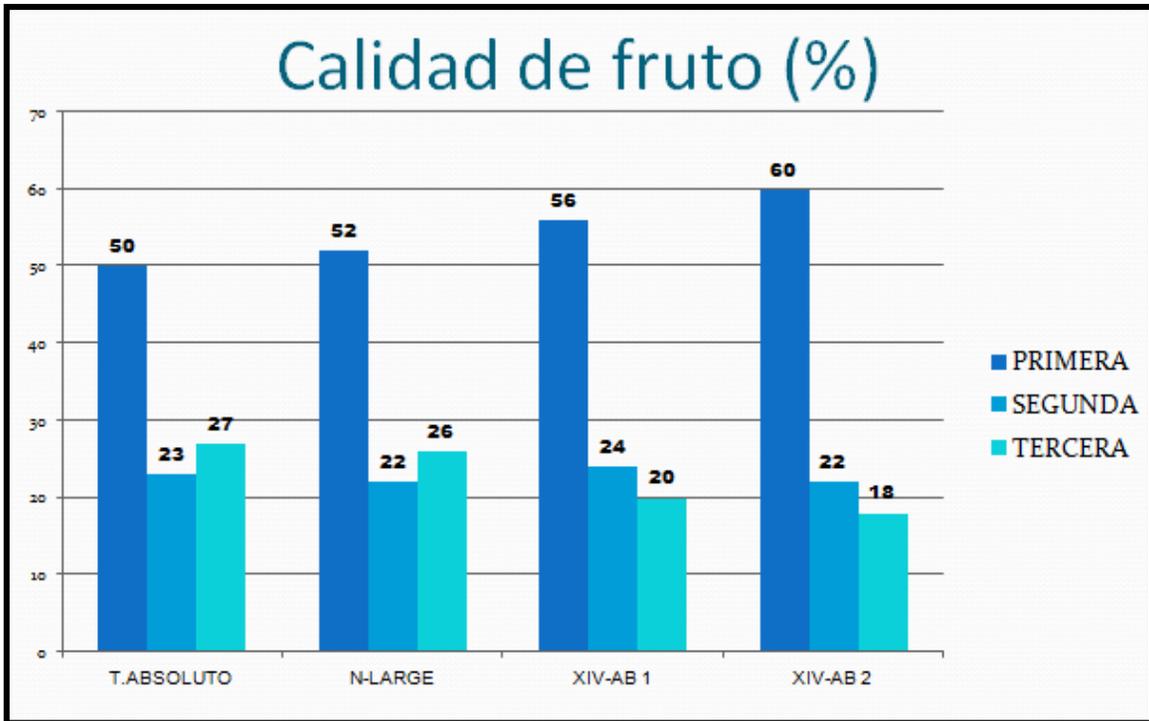
Al realizar el análisis post-ANDEVA, se muestra que el tratamiento que presenta la diferencia significativa estadísticamente, es el tratamiento 4. Siendo este tratamiento el producto en código XIV-AB.2 a una concentración de 250ml/200l de agua. Esto está presentado en el cuadro 7 de los anexos.

### **B. Calidad de frutos expresados en %**

Para la variable de calidad de frutos comerciales según su tamaño, la categoría que más nos interesa es la categoría de primera calidad, debido a que es la que siempre está a un precio mayor que las demás de segunda y tercera calidad.

El tratamiento que mayor porcentaje de primera calidad presentó es el tratamiento 4, donde la concentración del producto código XIV-AB es de 250 ml/200l. Con este tratamiento se logró la obtención de un 60 % de toda la producción de fruto de primera calidad. El segundo mejor tratamiento es el tratamiento 3, donde el producto es el código XIV-AB en la concentración menor evaluada, 200 ml/200l, debido a que con este tratamiento se logró la obtención del 56 % de la producción de primera calidad.

El tercer tratamiento que presentó una mayor calidad de fruto comercial, fue el tratamiento 2 donde la concentración del producto comercial N-large era de 200 ml/200l. Con este tratamiento se logró que un 52 % de la producción sea de primera calidad. El tratamiento testigo, donde no se realizó aplicación alguna, fue el que presentó un menor porcentaje de primera calidad de fruto siendo de 50 % tal como lo se presenta en la figura 6.



**Figura 20. Calidad de fruto en % de producto XIV-AB**

### **C. Análisis económico**

A continuación se presentan los ingresos obtenidos en el ensayo, tomando en cuenta, que se logró comercializar el tomate a un precio fijo de venta por kg de tomate de primera calidad a Q2.2/kg, el de segunda calidad a Q1.76/kg y el de tercera calidad a Q1.30/kg. Este beneficio total fue realizado no tomando en cuenta los costos de producción, debido a que la finca es privada y no quiso proporcionar los datos de las inversiones. Al realizar el análisis económico se utilizaron los datos de la variable rendimientos expresados en kg/ha, debido a que es la variable más cuantificable.

Con este análisis se comprueba que con el tratamiento que se obtiene un mayor beneficio económico es con el tratamiento 1, donde se aplicó el producto en código XIA-AB. A la mayor concentración evaluada (250 ml/200l). Con este tratamiento se obtiene un total de Q.200, 810.00. El tratamiento 3 es el que generó la segunda cantidad más alta del beneficio económico siendo de Q.164,060.00. Siendo este el tratamiento en código XIV-AB a una concentración de 200 ml/200l. Los beneficios económicos totales se pueden observar en el cuadro 6.

**Cuadro 20. Análisis económico producto código XIV-AB**

No.	Tratamiento/ Calidad	1era	2da	3era	Total
1	T.ABSOLUTO	Q90,650.00	Q33,320.00	Q29,400.00	Q153,370.00
2	N-LARGE	Q94,150.00	Q31,840.00	Q28,200.00	Q154,190.00
3	XIV-AB 1	Q105,350.00	Q36,120.00	Q22,590.00	Q164,060.00
4	XIV-AB 2	Q136,300.00	Q40,000.00	Q24,510.00	Q200,810.00

### **3.3.6 CONCLUSIONES**

- A. Todos los tratamientos donde se realizaron aplicaciones presentaron un efecto significativo en el incremento de rendimiento expresado en kg/ha y en unidades de fruto comercial.
- B. El producto con código XIV-AB. Evaluado a la mayor concentración (250 ml/200l) es el producto con el que se incrementa el rendimiento de la producción.
- C. El producto con código XIV-AB. Evaluado a la mayor concentración (250 ml/200l) es el producto que genera un mayor beneficio económico.

### **3.3.7 RECOMENDACIÓN**

Evaluar el producto código XIV-AB a sus dos concentraciones, con las que fueron evaluadas en este trabajo y realizar el análisis económico y tomar en cuenta los costos de producción para realmente conocer cuál es la relación beneficio costo del producto.

## 3.3.8 ANEXOS

Cuadro 21 A. Análisis de varianza de rendimiento producto XIV-AB

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento	32	0.95	0.93	14.35

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	993152018.08	10	99315201.81	39.53	<0.0001
Bloque	955214322.09	7	136459188.87	54.32	<0.0001
Tratamiento	37937695.99	3	12645898.66	5.03	0.0088
Error	52754816.30	21	2512134.11		
Total	1045906834.38	31			

Cuadro 22 A. Post-ANDEVA rendimientos producto XIV-AB

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1648.06413

Error: 2512134.1095 gl: 21

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
XIV-AB 2	12910.93	8	560.37	A
XIV-AB 1	10692.31	8	560.37	B
T.ABSOLUTO	10301.14	8	560.37	B
N-LARGE	10281.58	8	560.37	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### 3.4 TERCER SERVICIO: EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DOS CONCENTRACIONES DEL PRODUCTO IDENTIFICADO CON EL CÓDIGO XIV-AA EN EL CRECIMIENTO PROMEDIO POR PLANTA EN EL CULTIVO DE ARVEJA EN SACSUY, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.

#### 3.4.1 INTRODUCCIÓN

La arveja (*Pisum sativum*) es una planta perteneciente a la familia de las leguminosas, cuyo origen se determinó en el Medio Oriente y Mediterráneo. Planta de ciclo anual, con un rango de altitud para buen desarrollo que va desde los 1,000 hasta los 2,000 metros sobre el nivel del mar. Con preferencia para climas húmedos y frescos (MAGA, 2014)

La producción, en Guatemala, de esta planta de la familia de las leguminosas, se encuentra distribuida principalmente en los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez, Huehuetenango, Sololá y Quiché. La producción se centra en los pequeños productores de la zona del altiplano, donde se tiene un estimado, que más de 25,000 agricultores de 200 comunidades plantan alrededor de 4,500 manzanas de tierra (MAGA, 2014).

Se entiende que los nutrimentos vegetales son todas aquellas materias las cuales son requeridas por la planta para un desarrollo óptimo que será reflejado en la producción. Estos nutrientes son absorbidos por las raíces de las plantas, pero existen evidencias las cuales muestran que estos nutrimentos pueden ser absorbidos por otras partes vegetales como lo son, principalmente, las hojas, frutos y tallos. La fertilización foliar consiste en la aplicación de sustancias nutritivas de aplicación al follaje, en pequeñas cantidades, para que puedan penetrar las hojas y luego incorporarlas al sistema para que la planta continúe su proceso metabólico (Filipi Galicia, 1993).

Es por esto que en este ensayo se evaluó un producto de tipo foliar en el cultivo de arveja con el fin de estimular el crecimiento en altura de la planta, y conocer el efecto que tiene el

producto en código XIV-AA a dos concentraciones comparándolo con un testigo comercial (N-Large) y un testigo absoluto.

De aplicación en un solo momento en el ciclo, siendo este a los 20 días después de germinada la semilla. La toma de datos se obtuvo a los 10 días después de la aplicación de los tratamientos.

### 3.4.2 MARCO TEÓRICO

#### A. Cultivo de Arveja: Clasificación botánica

CLASE..... Magnoliopsida

SUBCLASE..... Rosidae

ORDEN..... Fabales

FAMILIA..... Leguminosae

GÉNERO.....Pisum

ESPECIE..... P. sativum L

(Cronquist, 1981 y Lewis et al. 2005 citado por Crespo Rodríguez, 2012)

#### B. Descripción general de la planta

Planta con tallo de tipo herbáceo alcanzando una altura promedio de 1.70 metros, con tallos de hábito trepador es por ello que en el proceso de desarrollo va necesitando un tipo de soporte en el cual el tallo se puede desarrollar ampliamente, hojas de tipo alternas y flores axilares de coloración blanquecina y vainas de color verde claro (Filipi Galicia, 1993).

### **C. Requerimientos edafoclimáticos**

La arveja requiere un clima templado-húmedo relativamente fresco, soportando bien las temperaturas bajas, deteniendo su crecimiento cuando la temperatura es menor a 7°C.

En el periodo donde es mayormente afectado por las temperaturas es en época de floración, en cuaje de fruto y en estados iniciales de llenado de grano. El desarrollo vegetativo logra su óptimo crecimiento en temperaturas oscilando entre 12 °C a 18 °C. Con adaptación a alturas desde 1,200 hasta 3,000 metros sobre el nivel del mar. Su desarrollo se adecúa a diversos tipos de suelos, con preferencia a los francos arcillosos, fértiles y con buen drenaje, a pH comprendido en el rango de 5.7 a 6.7 (Crespo Rodríguez, 2012).

### **D. Requerimientos nutricionales**

En el cultivo de arveja la absorción de los macro elementos primarios N-P-K, va cambiando con respecto a la edad y en el estado fisiológico en el que se encuentra el cultivo. El fósforo, en su totalidad, casi se absorbe a los primeros 20 días de edad del cultivo. Sucede totalmente lo opuesto en el caso del potasio en donde su mayor absorción se encuentra entre los 50 y 90 primeros días. El nitrógeno, el rango de absorción está entre los primeros 20 días hasta los 90 días concentrándose mayormente a los 50 días (Crespo Rodríguez, 2012).

La fertilización foliar complementa a la fertilización edáfica y se sugiere realizar aplicaciones foliares en los momentos que más lo requiere la planta tales como: a) Cuando florea, b) cuando existe problema de absorción por las raíces, c) cuando existen problemas de fijación de nutrientes.

Las soluciones de fertilizantes foliares que se aplican en las plantas, al momento de ingresar por las hojas y la solución ya se encuentra en el interior, estas se mueven de las hojas a las flores y frutos. Este tipo de fertilización foliar se presenta como una alternativa practica a la necesidad de actualizar la tecnología y observar los incrementos en los rendimientos.

En términos generales se puede indicar que las cantidades requeridas de los macro elementos primarios, son 78 kg/ha para el caso de nitrógeno (N), 260 kg/ha en el caso de fosforo (P) y para el potasio (K) 195 kg/ha (Mérida Herrera, 1999).

### **3.4.3 OBJETIVOS**

#### **A. Objetivo general**

Evaluar el efecto de dos concentraciones del producto identificado con el código XIV-AA en el crecimiento promedio por planta en el cultivo de arveja en Sacsuy, San Juan Sacatepéquez.

#### **B. Objetivo específico**

Identificar cuál es la mejor concentración del producto en código XIV-AA, en la que se logra el aumento en altura promedio en el cultivo de arveja.

### **3.4.4 METODOLOGÍA**

#### **A. Manejo del experimento**

El experimento fue llevado a cabo en una plantación de cultivo de arveja, recién sembrada, esto debido a que la aplicación se realizó a los 20 días después que la semilla germinara. El material vegetal utilizado fue un material criollo de la zona llamado Ambassador.

El distanciamiento de siembra que se manejó fue de 0.90 m entre surcos y de 0.05 m entre planta.

## B. Condiciones del experimento

El manejo que se le dio al experimento hacia el control fitosanitario y fertilización al suelo. Fue realizado por el productor de la parcela con el manejo que el normalmente realiza y de la misma manera que lo hacen los productores vecinos de la zona.

## C. Distribución del experimento

La distribución de los tratamientos fue realizada aleatoriamente, ya que no existía ningún factor que limitara la evaluación. Cada uno de los 4 tratamientos diferentes evaluados, tenían 4 repeticiones de las parcelas para ser un total de 16 unidades experimentales.

## D. Tratamientos evaluados

Los tratamientos evaluados fueron 4, dos de los tratamientos fu con el producto en código XIV-AA cada uno a concentración diferente siendo a 125 ml/200l en el tratamiento 3 y a una concentración de 150 ml/200l el tratamiento 4. El tratamiento 2 fue aplicado un producto de testigo comercial a una concentración de 150 ml/200l. El tratamiento 1 fue el testigo absoluto donde no se realizó aplicación alguna, en el cuadro 9 se presentan los tratamientos y las concentraciones.

**Cuadro 23. Tratamientos evaluados producto XIV-AA**

Tratamiento	Producto	ml/200 l
1	Testigo	-----
2	N-Large	150
3	XIV-AA	125
4	XIV-AA	150

### **E. Aplicación de tratamientos**

Se realizó una sola aplicación de los tratamientos evaluados, a los 20 días después de germinada la semilla, debido a que el producto va dirigido a acelerar el proceso de desarrollo de la planta desde las primeras etapas

### **F. Toma de datos**

El muestreo se realizó a los 10 días después de la aplicación ya que a demás de la obtención de los datos de altura, también se quiere observar la efectividad del producto aplicado.

### **G. Variable de respuesta: Altura de planta en cm**

La variable a evaluar es la altura de la planta en cm a los 10 días después de la aplicación.

## **3.4.5 RESULTADOS**

Para la variable de altura promedio de planta en cm, da donde se obtiene una mayor altura de planta, a los 10 días después de la aplicación, es en el tratamiento 4 correspondiente al producto en código XIV-AA a la concentración evaluada de 150 ml/200l. Con este tratamiento se obtuvo una altura de 26.4 cm, con una diferencia de altura de 9.4 cm comparándola con la altura de la planta al día donde se realizó la aplicación.

El segundo mejor tratamiento es el tratamiento 2, que es donde se aplicó el producto comercial, N-large, a una concentración de 150 ml/200l, la altura obtenida fue de 22.4 cm, con una diferencia de 5.4 cm en altura con el día donde se realizó la aplicación. La menor altura obtenida fue en el tratamiento testigo a una altura de planta de 19.12 cm, con una diferencia de altura de 2.12 cm con respecto a la altura promedio de planta cuando se realizó la aplicación, estos resultados se presentan en el cuadro 10.

**Cuadro 24. Altura promedio por planta en producto XIV-AA**

Tratamiento	Producto	ml/200l	Altura promedio de planta (cm)	
			Día de aplicación	10 días después de aplicación
1	Testigo	-----	17	19.12
2	N-Large	150	17	22.4
3	XIV-AA	125	17	21
4	XIV-AA	150	17	26.4

### 3.4.6 CONCLUSIONES

- A. Todos los tratamientos donde se realizaron aplicaciones presentaron un efecto en el incremento de altura de planta.
- B. El producto con código XIV-AA evaluado a la mayor concentración (150 ml/200l) es el producto con el que se incrementa el la altura promedio de planta.

### 3.4.7 RECOMENDACIÓN

Debido a la eficacia del producto en código XIV-AA, se recomienda, la utilización del producto cuando la planta se encuentre en algún estrés y no quiera salir de dormancia, a la concentración más alta evaluada.

## 3.5 BIBLIOGRAFÍA

1. Crespo Rodríguez, MA. 2012. Estudio preliminar para la producción y comercialización para la exportación de arveja (*Pisum sativum* L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 104 p.
2. Duque Ramos, CA. 2008. Manejo agronómico del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en casa malla, bajo condiciones de Monjas, Jalapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 49 p.
3. Filipi Galicia, PA. 1993. Evaluación de dos densidades de siembra y respuesta a diferentes programas de fertilización en el cultivo de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) var. *Sugar Snap*, en el municipio de Santiago Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 69 p.
4. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2014. Perfil comercial arveja china (en línea). Guatemala. Consultado 25 abr 2016. Disponible en: <http://web.maga.gob.gt/download/Perfil%20arveja%20china.pdf>
5. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2014. Perfil comercial tomate (en línea). Guatemala. Consultado 25 abr 2016. Disponible en: <http://web.maga.gob.gt/download/Perfil%20tomate.pdf>

6. Merida Herrera, JG. 1999. Evaluación de niveles de fertilización con coberturas de color plateado sobre el suelo y su efecto sobre el rendimiento en arveja china (*Pisum sativum* L.) en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 52 p.
7. Orellana Polanco, A. 1986. Estudio fenológico de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) en relación a la fertilización con niveles de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O en Monjas, Jalapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 108 p.
8. Rivera Bolvito, JPA. 2012. Efecto de la bioestimulación y nutrición foliar de la producción y calidad de fruto, en el cultivo de chile pimiento bajo invernadero en Pachalí, San Juan Sacatepéquez, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 171 p.
9. Villanueva Cambara, ED. 1987. Evaluación de la fertilización foliar con N y P en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en tres hábitos de crecimiento. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 80 p.