

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE  
DIVISION DE CIENCIA Y TECNOLOGIA  
CARRERA DE AGRONOMIA



EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE CINCO HIBRIDOS DE  
TOMATE (*Solanum lycopersicum.*) BAJO CONDICIONES DE  
AMBIENTE PROTEGIDO, EN EL MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO  
LA UNION, QUETZALTENANGO.

Juan José Choxom Tayun.

Quetzaltenango Octubre 2016.

**EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE CINCO HIBRIDOS DE  
TOMATE (*Solanum lycopersicum*.) BAJO CONDICIONES DE  
AMBIENTE PROTEGIDO, EN EL MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO  
LA UNION, QUETZALTENANGO.**

## **ÍNDICE:**

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Objetivos.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.1. General.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.2. Específicos.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Hipótesis.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2.1. Alternativas.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2.2. Nulas:.....</b>	<b>4</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1. Origen y Aprovechamiento del Tomate: .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2. Taxonomía y morfología del cultivo de tomate: .....</b>	<b>5</b>
<b>2.3. Importancia económica y nutricional del tomate: .....</b>	<b>7</b>
<b>2.4. Requerimientos Climáticos y Edáficos.....</b>	<b>9</b>
<b>2.5. Tipo según época de maduración. ....</b>	<b>10</b>
<b>2.6. Tipo según su crecimiento.....</b>	<b>11</b>
<b>2.7. Producción de tomate bajo invernadero. ....</b>	<b>11</b>
<b>2.8. Manejo del cultivo de tomate dentro de un invernadero. ....</b>	<b>12</b>
<b>2.9 Híbridos de tomate utilizados.....</b>	<b>15</b>
<b>2.10. Antecedentes .....</b>	<b>16</b>
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>17</b>
<b>3.1 Ubicación Geográfica: .....</b>	<b>17</b>
<b>3.1.2. Características físico biológicas. ....</b>	<b>17</b>
<b>3.2. Metodología.....</b>	<b>19</b>
<b>3.2.1. Descripción de la investigación: .....</b>	<b>19</b>
<b>3.2.2. Diseño experimental: .....</b>	<b>19</b>
<b>3.2.3. Dimensiones del experimento:.....</b>	<b>20</b>
<b>3.2.4. Descripción de los tratamientos.....</b>	<b>20</b>
<b>3.2.5 Descripción de variables de respuesta:.....</b>	<b>21</b>

3.2.6. Descripción del manejo agronómico.....	23
3.2.7. Análisis a utilizar.....	25
3.2.8. Recursos:.....	26
4. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.....	30
4.1. Días a floración.....	30
4.2. Días a madurez fisiológica.....	32
4.3. Diámetro de fruto.....	35
4.3.1. Diámetro de fruto grande.....	35
4.3.2. Diámetro de fruto mediano.....	37
4.3.3. Diámetro de fruto pequeño.....	39
4.4. Tamaño de fruto.....	42
4.4.1. Tamaño de fruto grande.....	42
4.4.2. Tamaño de fruto mediano: .....	45
4.4.3. Tamaño de fruto pequeño: .....	47
4.5. Número de frutos por planta determinando pequeños, medianos y Grandes.....	49
4.5.1. Número de frutos grandes.....	49
4.5.2. Número de frutos medianos.....	52
4.5.3. Número de frutos pequeños.....	54
4.6 Rendimiento de híbridos de tomate: .....	57
4.7. Análisis Económico.....	60
5. CONCLUSIONES.....	64
6. RECOMENDACIONES.....	65
7. CRONOGRAMA.....	66
8. BIBLIOGRAFIA: .....	67
9. ANEXO: .....	69

## INDICE DE CUADROS.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos utilizados en la evaluación de cinco híbridos de tomate. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	20
Cuadro 2. Asignación de tratamientos en la evaluación de cinco híbridos de tomate. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	21
Cuadro 3. Tabla de determinación de clasificación de frutos según su tamaño utilizada en la evaluación de cinco híbridos de tomate. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	22
Cuadro 4. Costos de producción de la evaluación de 5 híbridos de tomate. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	28
Cuadro 5. Datos de campo obtenidos de la variable de respuesta días a floración de los cinco híbridos de tomate evaluados en cada unidad experimental. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	30
Cuadro 6. Análisis de varianza realizado a la variable días a floración para los cinco híbridos de tomate evaluado en cada unidad experimental. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	30
Cuadro 7. Comparación de medias Tukey realizada para la variable de respuesta días a floración para los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2106.	31
Cuadro 8. Datos de campo obtenidos para la variable de respuesta días a madurez fisiológica tomados a cada unidad experimental a los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	32
Cuadro 9. Análisis de varianza realizado para la variable de respuesta días a madurez fisiológica de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	33
Cuadro 10. Comparación de medias Tukey realizada para la variable de respuesta días a madurez fisiológica de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	33
Cuadro 11. Datos de campo obtenidos para la variable de respuesta diámetro de fruto grande tomados a cada unidad experimental a los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	35
Cuadro 12. Análisis de varianza realizado para la variable de respuesta diámetro de fruto grande de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	35

Cuadro 13. Comparación de medias Tukey realizada para la variable de respuesta diámetro de fruto grande de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	36
Cuadro 14. Datos de campo obtenidos para la variable de respuesta diámetro de fruto mediano tomados a cada unidad experimental a los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	37
Cuadro 15. Análisis de varianza realizado para la variable de respuesta diámetro de fruto mediano de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	38
Cuadro 16. Comparación de medias Tukey realizada para la variable de respuesta diámetro de fruto mediano de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	38
Cuadro 17. Datos de campo obtenidos para la variable de respuesta diámetro de fruto pequeño tomados a cada unidad experimental a los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	40
Cuadro 18. Análisis de varianza realizado para la variable de respuestas diámetro de fruto pequeño de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	40
Cuadro 19. Comparación de medias Tukey realizada para la variable de respuesta diámetro de fruto pequeño de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	41
Cuadro 20. Datos de campo obtenidos para la variable de respuesta tamaño de fruto grande tomados a cada unidad experimental a los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	42
Cuadro 21. Análisis de varianza realizado para la variable de respuesta tamaño de fruto grande de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	43
Cuadro 22. Comparación de medias Tukey realizada para la variable de respuesta tamaño de fruto grande de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	43
Cuadro 23. Datos de campo obtenidos para la variable de respuesta tamaño de fruto mediano tomados a cada unidad experimental de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	45

Cuadro 24. Análisis de varianza realizado para la variable de respuesta tamaño de fruto mediano de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	45
Cuadro 25. Comparación de medias Tukey realizada para la variable de respuesta tamaño de fruto mediano de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	46
Cuadro 26. Datos de campo obtenidos para la variable de respuesta tamaño de fruto pequeño tomados a cada unidad experimental de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	47
Cuadro 27. Análisis de varianza realizado para la variable de respuesta tamaño de fruto pequeño de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	48
Cuadro 28. Comparación de medias Tukey realizada para la variable de respuesta tamaño de fruto pequeño de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	48
Cuadro 29. Datos de campo obtenidos para la variable de respuesta número de frutos grandes por planta para los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	50
Cuadro 30. Análisis de varianza realizado para la variable de respuesta número de frutos grandes por planta de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	50
Cuadro 31. Comparación de medias Tukey realizada para la variable de respuesta número de frutos grandes por planta de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	51
Cuadro 32. Número de frutos medianos por planta para los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	52
Cuadro 33. Análisis de varianza realizado para la variable de respuesta número de frutos medianos por planta de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	53
Cuadro 34. Comparación de medias Tukey realizada para la variable de respuesta número de frutos medianos por planta de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	53

Cuadro 35. Número de frutos pequeños por planta para los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	55
Cuadro 36. Análisis de varianza realizado para la variable de respuesta número de frutos pequeños por planta de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	55
Cuadro 37. Comparación de medias Tukey realizada para la variable de respuesta número de frutos pequeños por planta de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	55
Cuadro 38. Rendimiento expresado en kg ha <sup>-1..</sup> de cada unidad experimental de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	57
Cuadro 39. Análisis de varianza realizado para la variable de respuesta rendimiento en kg ha <sup>-1</sup> de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	57
Cuadro 40. Comparación de medias Tukey realizada para la variable de respuesta rendimiento kg ha <sup>-1</sup> de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	58
Cuadro 41. Obtención de los costos que varían por medio de número de plantas/ha, costos de pilón y transporte. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	61
Cuadro 42. Rendimientos corregidos y rendimientos ajustados por medio de los rendimientos reales obtenidos en la tabla de tukey. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	61
Cuadro 43. Datos necesarios para obtener el precio de campo. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	62
Cuadro 44. Obtención de los beneficios brutos y beneficios netos para los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	62
Cuadro 45. Análisis de dominancia realizado para los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	63
Cuadro 46. Tasa de retorno marginal calculado para los híbridos de tomate que resultaron ser no dominados de acuerdo al análisis de dominancia. San francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	63

Cuadro 47. Análisis de residuos realizado para los híbridos que resultaron ser no dominados de acuerdo al análisis de dominancia. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

63

## INDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Comportamiento de los datos obtenidos para la variable de respuesta días a floración. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	32
Figura 2. Comportamiento de los datos obtenidos para la variable de respuesta días a madurez. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	34
Figura 3. Comportamiento de los datos obtenidos para la variable de respuesta diámetro de fruto grande, San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	37
Figura 4. Comportamiento de los datos obtenidos para la variable de respuesta diámetro de fruto mediano. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	39
Figura 5. Comportamiento de los datos obtenidos para la variable de respuesta diámetro de fruto pequeña. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	42
Figura 6. Comportamiento de los datos obtenidos para la variable de respuesta tamaño de fruto grande. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	44
Figura 7. Comportamiento de los datos obtenidos para la variable de respuesta tamaño de fruto mediano. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	47
Figura 8. Comportamiento de los datos obtenidos para la variable de respuesta tamaño de fruto pequeño. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	49
Figura 9. Comportamiento de los datos obtenidos para la variable de respuesta número de frutos grandes por planta, de los cinco híbridos evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	52
Figura 10. Comportamiento de los datos obtenidos para la variable de respuesta número de frutos medianos por planta de los cinco híbridos de tomate evaluados, San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	54
Figura 11. Comportamiento de los datos obtenidos para la variable de respuesta número de frutos pequeños para los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	56
Figura 12. Comportamiento de los datos obtenidos para la variable de respuesta rendimiento kg ha <sup>-1</sup> de cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	60

Figura 13. Cronograma de actividades realizadas para la evaluación de cinco híbridos de tomate. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.	66
Figura 14. Croquis de Campo.	69
Figura 15. Descripción de la asignación de cada tratamiento en el campo experimental	70
Figura 16. Acolchado de tablón.	71
Figura 17. Sistema de riego.	71
Figura 18. Poda de Plantas.	71
Figura 19. Tutorado.	72
Figura 20. Peso de frutos de tomate.	72
Frutos 21. Frutos de tomate.	72
Figura 22. Frutos del híbrido Retana.	73
Figura 23. Frutos del híbrido Tolstoi.	73
Figura 24. Frutos cosechados de tomate.	73

## **RESUMEN:**

El cultivo de tomate es una de las hortalizas más importantes y de mayor producción y consumo, debido a que forma parte de la dieta alimenticia de los guatemaltecos por su sabor y alto valor nutritivo, conteniendo cantidades considerables de vitaminas y minerales.

Como parte del apoyo que brinda el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) a los municipios del departamento de Quetzaltenango, y específicamente al municipio de San Francisco la Unión y con el propósito de poder diversificar los cultivos, se implementaron invernaderos para beneficiar a las familias que más necesitan una nueva alternativa de generación de ingresos económicos y producción de alimentos.

Los objetivos que se alcanzaron fueron: determinar cuál de los cinco híbridos evaluados presentó el más alto rendimiento en  $\text{kg ha}^{-1}$ ; determinar cuál de los híbridos ofreció una madurez de frutos más temprana, una floración y cosecha más temprana, un mayor tamaño de frutos, un mayor diámetro de fruto, evaluar que híbrido presentó un mayor número de frutos por planta y realizar el análisis económico de los distintos genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero.

Los híbridos de tomate evaluados fueron: Retana, Eva Luna, San Rafael, Tolstoi y Silverado. Para poder evaluar estos híbridos fue necesario utilizar un diseño completamente al azar y fue distribuido en 4 repeticiones y 5 tratamientos haciendo un total de 20 unidades experimentales los cuales fueron asignados aleatoriamente.

Las variables de respuesta que se propusieron y que se alcanzaron fueron: días a floración, días a madurez, diámetro de fruto, peso de fruto por planta determinado en pequeños, medianos y grandes, número de frutos por planta determinado en pequeños, medianos y grandes y rendimiento. Los resultados que se obtuvieron fueron sometidos al análisis de varianza y a las pruebas de medias mediante la prueba Tukey al 5% de probabilidad.

De acuerdo a los resultados obtenidos y los análisis realizados, el híbrido Eva Luna fue el que presentó un mayor rendimiento en comparación al testigo Silverado en la producción de tomate, produciendo un rendimiento total de  $104,737.21 \text{ kg ha}^{-1}$  en comparación al híbrido testigo con  $52,201.70 \text{ kg ha}^{-1}$

Para producir tomate bajo condiciones de ambiente protegido en el municipio de San Francisco el Alto, se recomienda utilizar los híbridos de tomate Eva Luna y Tolstoi ya que Eva Luna fue el que presentó un mayor rendimiento, mayor número de frutos por planta y de acuerdo al análisis económico, Tolstoi fue el híbrido que aporta un mayor beneficio neto.

## **1. INTRODUCCIÓN.**

Guatemala es un país en desarrollo, el nivel económico de la población es bajo con un 50% de habitantes que se encuentran en el umbral de pobreza y 15% en pobreza extrema. La economía de Guatemala está dominada por el sector privado, que genera alrededor del 85% del Producto interior bruto. La agricultura contribuye con el 23% del PIB y constituye el 75% de las exportaciones (1).

La economía la conforman diversos sectores, los que más aportan al PIB son las divisas, agricultura, pesca y ganadería. Uno de los sectores más grandes en la economía la conforma tradicionalmente la agricultura.

El cultivo del tomate es nativo del continente americano, y está distribuido ampliamente en los países de América Central, el cual tiene una relevancia social económica para la región por el retorno económico de este y además por la demanda mundial de este rubro (16).

En Guatemala el cultivo de tomate es actualmente una de las hortalizas de mayor consumo a nivel nacional ya que se produce en varios tipos; la planta de tomate no es muy exigente en cuanto a suelos excepto en lo que se refiere al drenaje, el cual tiene que ser excelente, ya que no soporta el exceso de agua. La industria del tomate no solo abastece al mercado local si no también se exporta a muchos países del mundo, siendo los principales El Salvador y Estados Unidos (16).

El cultivo de tomate es una de las hortalizas más importantes y de mayor producción y consumo, debido a que forma parte de la dieta alimenticia de los guatemaltecos por su sabor y alto valor nutritivo que posee, conteniendo cantidades considerables de vitaminas y minerales.

El tomate es uno de los cultivos que genera un mayor beneficio bruto ya que es la hortaliza de mayor demanda en el mercado por sus propiedades nutritivas, y por ser un fruto utilizado en distintas variedades de alimentos.

La producción de hortalizas, entre ellas el tomate ha alcanzado gran importancia económica, aun con algunas limitantes por la falta de insumos aplicables al cultivo que permitan alcanzar una mejor calidad en la producción, por la falta de recursos económicos de los pequeños productores.

Los mayores productores de hortalizas en el departamento de Quetzaltenango son Almolonga y Zunil, ya que en estos lugares es producido en gran cantidad este tipo de cultivo. Por las temperaturas que se manejan en estos

municipios es necesario utilizar invernaderos para poder crear un ambiente que se adapte o imite las condiciones necesarias que necesita el cultivo de tomate (16).

De acuerdo al programa de agricultura familiar para el fortalecimiento de la economía campesina propuesto por el MAGA, fueron establecidos los invernaderos específicamente en los hogares de las familias con escasos recursos económicos y más altos índices de desnutrición dentro del cantón Xetzanjuyup,

El ministerio de agricultura propuso la introducción del cultivo de tomate y porque no se contaba con un análisis e investigación metodológica, que generará información sobre nuevos cultivares, y específicamente de tomate con características propias para ser utilizadas bajo condiciones de invernadero en la localidad, y ya que en otros lugares ya se cuenta con información que proporciona mejores resultados en cuanto al rendimiento, y genera beneficios económicos a los productores. Por estas razones fue necesario identificar qué clase de híbrido fue el que más se adaptó a las condiciones del lugar, y con ello generar una mayor producción que a su vez generará mayores ingresos económicos.

Además, debido a la importancia del cultivo como complemento en la dieta humana y una de las formas de ingreso económico para los productores agrícolas, fue necesario evaluar nuevos materiales de tomate, de alto potencial de rendimiento y con característica de resistencia a las principales plagas que le puedan afectar.

Tomando en cuenta todo lo mencionado anteriormente, se propuso realizar la investigación que consistió en la evaluación del rendimiento de cinco híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum*) bajo condiciones de ambiente protegido, en el cantón Xetzanjuyup en el municipio de San Francisco la Unión, Quetzaltenango, y con ello poder darle un impulso a la agricultura del municipio por medio de la generación de nueva información, que sea importante en la toma de decisiones en el campo al momento de elegir las plantas de tomate, que sean aptas a las condiciones del lugar, y que generen un mayor rendimiento y con ello un mayor ingreso económico para las familias.

## **1.1. Objetivos.**

### **1.1.1. General.**

Determinar el comportamiento agronómico de cinco híbridos de tomate bajo condiciones protegidas, con fines de recomendar su aplicación para pequeños agricultores.

### **1.1.2. Específicos.**

- Determinar cuál de los cinco híbridos de tomate (Retana, Eva Luna, San Rafael, Tolstoi y Silverado) evaluados presenta el mayor rendimiento en kg ha<sup>-1</sup>.
- Determinar las principales características agronómicas de los cinco híbridos de tomate evaluados en cuanto a días a floración, días a madurez fisiológica, tamaño de fruto, diámetro de fruto y mayor número de frutos.
- Realizar el análisis económico a través de presupuestos parciales de los cinco híbridos de tomate evaluados bajo condiciones protegidas, para determinar el genotipo que presenta el mayor beneficio económico.

## **1.2. Hipótesis.**

### **1.2.1. Alternativas.**

- Al menos uno de los híbridos de tomate evaluados presentará un mayor rendimiento en kg ha<sup>-1</sup>.
- Al menos uno de los híbridos de tomate presentará mejores características agronómicas evaluadas en cuanto a días a floración, días a madurez fisiológica, tamaño de fruto, diámetro de fruto y mayor número de fruto.
- Al menos uno de los híbridos de tomate evaluados presentará un mayor beneficio económico, determinado por medio del análisis económico de presupuestos parciales.

### **1.2.2. Nulas:**

- Ninguno de los híbridos de tomate evaluados presentará un mayor rendimiento en kg ha<sup>-1</sup>.
- Ninguno de los híbridos de tomate presentará mejores características agronómicas evaluadas en cuanto a días a floración, días a madurez fisiológica, tamaño de fruto, diámetro de fruto y mayor número de fruto.
- Ninguno de los híbridos de tomate evaluados presentara un mayor beneficio económico, determinado por medio del análisis económico de presupuestos parciales.

## **2. MARCO TEÓRICO.**

### **2.1. Origen y Aprovechamiento del Tomate:**

El tomate (*Solanum lycopersicum*) es una planta originaria de América, habiéndosele encontrado diversidad de especies nativas y silvestres así como especies domesticadas (20).

Se considera a Perú y Ecuador como centros de origen de esta hortaliza, desde donde se extendió al resto de América. Fue introducida a Europa en el siglo XVI como especie ornamental, y no se empezó a cultivar con fines alimenticios hasta el siglo XVIII.

Se llevó a España en tiempo de la colonia, en donde se propagó a toda Europa. El tomate es la hortaliza más importante por su popularidad, por su amplia adaptación y por constituir un fuerte renglón de ingresos en el comercio de productos comestibles frescos, además tiene un alto valor nutritivo (12).

En la actualidad, su cultivo ocupa en todo el mundo unos tres millones de hectáreas, que suponen una producción de casi 85 millones de toneladas. Los principales cultivadores son Europa, América Central y del Sur, con producciones de 400,000 y 330,000 toneladas respectivamente. En América de Sur se obtienen algo más de 150,000 toneladas anuales, con Argentina, Brasil y Chile a la cabeza de la Producción.

### **2.2. Taxonomía y morfología del cultivo de tomate:**

Según Cronquist, A. 1986 la planta de tomate, botánicamente, se clasifica como sigue (3):

Reino: Vegetal  
Sub-reino: Embryobionta  
División: Magnoliophyta  
Clase: Magnoliopsida  
Sub-clase: Asteridae  
Orden: Solanales  
Familia: Solanaceae  
Género: *Lycopersicum*  
Especie: *Solanum lycopersicum*.

**a. Planta:**

De porte herbáceo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta (6).

**b. Tallo principal:**

Eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpodial) e inflorescencias. Su estructura, de fuera hacia dentro, consta de epidermis, de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares; corteza o córtex, cuyas células más externas son fotosintéticas y las más internas son colenquimáticas, cilindro vascular y tejido medular. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales (6).

**c. Sistema radicular:**

Raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Seccionando transversalmente la raíz principal y de fuera hacia dentro encontramos epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en absorber agua y nutrientes; córtex y cilindro central, donde se sitúa el xilema (conjunto de vasos especializados en el transporte de los nutrientes (6).

**d. Hoja:**

Compuesta e imparipinnada, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo. El mesófilo o tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona en empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal (6).

**e. Fruto:**

El fruto es una baya de color variable, pudiendo ser verde amarillo, rosado y rojo. Existen diferentes formas en los frutos, la superficie de los mismos es lisa, presentando en algunos casos lobulaciones hundidas formadas por surcos

longitudinales. El tamaño del fruto es variable según el material genético y alcanza diámetros variables. (6).

#### **f. Flor:**

Es perfecta, regular e hipógina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuesto de forma helicoidal a intervalos de 135°, de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo, y de un ovario bi o plurilocular. Es frecuente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta, de forma que se han descrito algunas con más de 300 flores. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal (6).

#### **2.2.1. Fenología del cultivo de tomate:**

La duración del ciclo del cultivo de tomate está determinada por las condiciones climáticas de la zona en la cual se establece el cultivo, el suelo, el manejo agronómico que se dé a la planta, el número de racimos que se van a dejar por planta y la variedad utilizada.

El desarrollo del cultivo comprende dos fases: una vegetativa y otra reproductiva. La fase vegetativa se inicia desde la siembra en semillero, seguida de la germinación, la emergencia y el trasplante a campo, el cual se realiza con un promedio de tres a cuatro hojas verdaderas, entre 30 a 35 días después de la siembra y a partir del trasplante hasta el inicio o aparición del primer racimo floral.

La fase reproductiva se inicia desde la formación del botón floral, que ocurre entre los 30 y los 35 días después del trasplante, el llenado del fruto, que dura aproximadamente 60 días para el primer racimo, iniciándose la cosecha a los 90 días, con una duración de tres meses para una cosecha de 8 a 10 racimos. En total la fase reproductiva tiene una duración de 180 días aproximadamente (6).

#### **2.3. Importancia económica y nutricional del tomate:**

El tomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe

principalmente al aumento en el rendimiento y en menor proporción al aumento de la superficie cultivada. (10)

Al igual que la mayoría de los cultivos de hortalizas, el cultivo de tomate puede proporcionar al agricultor algunos ingresos por hectárea, ya que su rentabilidad es superior al 100%, especialmente si las cosechas son producidas y comercializadas eficientemente. El tomate puede contribuir a una mejor nutrición. La liga de Educación Internacional de la Alimentación estima que el tomate suple casi tantas calorías por hectárea como el arroz y una cantidad mayor de proteínas (10).

Los tomates que tienen una concentración alta de beta caroteno son anaranjados a rojos en lugar del rojo familiar, con menor aceptabilidad comercial (10).

El contenido de vitamina C puede incrementarse por lo menos 5 veces, pero un alto contenido de vitamina C en el tomate ha estado asociado con bajo rendimiento y frutos pequeños o de forma deficiente (10).

#### **VALOR NUTRICIONAL DEL TOMATE POR 100 g DE SUSTANCIA COMESTIBLE**

Residuos (%)	6.00
Materia seca (g)	6.20
Energía (Kcal.)	20.0
Proteínas (g)	1.20
Fibra (g)	0.70
Calcio (mg)	7.00
Hierro (mg)	0.60
Caroteno (mg)	0.50
Tiamina (mg)	0.06
Riboflavina (mg)	0.04
Niacina (mg)	0.60
Vitamina C (mg)	23.0
Valor nutritivo medio (VNM)	2.39
VNM por 100 g de materia seca	38.5

#### **Disposición de carbohidratos**

La vida de la planta de tomate puede dividirse en etapas más o menos distintas pero parcialmente coincidentes. La utilización de los carbohidratos es dominante durante la etapa de plántula, haciendo muy poca dominancia de los carbohidratos en la utilización y acumulación durante la etapa fructífera (10).

#### **Composición química del fruto fresco y maduro.**

Agua	87 – 96%
Compuestos nitrogenados	0.8 – 2.0%
Substancias grasas	0.2 – 0.6%
Hidrato de carbono	2.5 – 5.0%

Substancias no nitrogenadas	1.0%
Celulosa	0.8 – 1.5%
Cenizas	0.6 – 1.2%
Ácido orgánico (cítrico)	0.5%
Valor energético (calorías por gramo)	0.23

## 2.4. Requerimientos Climáticos y Edáficos.

El tomate es un cultivo sensible al ambiente en el cual se desarrolla, por ejemplo: cantidades grandes de nitrógeno, alto porcentaje de humedad y temperaturas muy elevadas favorecen la elaboración de carbohidratos, y consecuentemente mayor crecimiento vegetativo y escasa fructificación, es decir el crecimiento vegetativo es dominante sobre la fase de reproducción. Por otra parte, la moderada cantidad de nitrógeno, moderado suministro de agua, más una máxima oportunidad para la elaboración de carbohidratos, aseguran un crecimiento vegetativo moderado y abundante fructificación (10).

### a. Condiciones Climáticas.

El tomate, requiere temperaturas que fluctúen entre los 15 a 30º C. Temperaturas por debajo y por encima de éste rango, provocan desordenes fisiológicos relacionados con la maduración del polen y polinización. Es muy susceptible a las heladas y las altas temperaturas provocan el aborto de flores no existiendo cuaje de frutos (20).

En correlación con los requerimientos de temperatura, se adapta muy bien a condiciones de clima Cálido a Templado con alturas promedio de los 0 a los 1,200 metros sobre el nivel del mar.

### b. Requerimientos edafoclimáticos.

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto (6).

### c. Humedad.

La humedad relativa óptima oscila entre un 60% y un 80%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas, al

agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica o riego abundante tras un período de estrés hídrico. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor (6).

#### **d. Suelo.**

La planta de tomate no es muy exigente en cuanto a suelos, excepto en lo que se refiere al drenaje, aunque prefiere suelos sueltos de textura silíceo-arcillosa y ricos en materia orgánica. No obstante se desarrolla perfectamente en suelos arcillosos enarenados (6).

En cuanto al pH, los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos cuando están enarenados. Es la especie cultivada en invernadero que mejor tolera las condiciones de salinidad tanto del suelo como del agua de riego (6).

#### **e. Luminosidad.**

Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración, fecundación así como el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos durante el período vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad (6).

### **2.5. Tipo según época de maduración.**

Esta clasificación depende de la maduración o sea según el número de días que tarda la planta en madurar el fruto después del trasplante; así se conoce los cultivares de los tipos precoz, intermedio y tardío.

- El tipo precoz: madura sus frutos entre los 65 y 80 días después del trasplante.
- El tipo intermedio: empieza a madurar sus frutos entre los 75 y 90 días después del trasplante.
- El tipo tardío: necesita de 85 a 100 días para iniciar su cosecha.

## **2.6. Tipo según su crecimiento.**

Esta clasificación está basada en el hábito de crecimiento de la planta

**Tipo determinado:** son cultivos que sus tallos o guías eventualmente terminan en un racimo floral y su crecimiento se detiene una vez que este empieza a desarrollar sus frutos (15).

**Tipo indeterminado:** los cultivos de este tipo pueden crecer indefinidamente si encuentran condiciones óptimas, se caracterizan por desarrollar bejucos o tallos largos y mucho follaje. Son preferidos para cultivo bajo invernadero y en sistemas de tutores y espalderas (15).

## **2.7. Producción de tomate bajo invernadero.**

Los invernaderos se utilizan para asegurar la producción y calidad de los cultivos, ya que en campo abierto es muy difícil mantener los cultivos de una manera adecuada a lo largo de todo el año. El concepto de cultivos bajo invernadero, representa el paso de producción extensiva de tomate a producción intensiva. Para ello, las plantas han de reunir condiciones óptimas de la raíz a las hojas. (9).

El invernadero es una estructura, en la que las partes correspondientes a las paredes y el techo están cubiertos con películas plásticas, con la finalidad de desarrollar cultivos en un ambiente controlado de temperatura y humedad. Se pueden tener construcciones simples, diseñadas por los agricultores a bajo costo y otras más sofisticadas con instalaciones y equipos para un mejor control del ambiente. Los invernaderos generalmente son utilizados para cultivos de porte alto, como tomate, pepino, pimentón, melón, flores y otras. (9).

### **2.7.1. Invernadero.**

Un invernadero es toda aquella estructura cerrada, cubierta por materiales transparentes, dentro de la cual es posible obtener unas condiciones artificiales de microclima, y con ello cultivar plantas en condiciones óptimas y fuera de temporada. (5).

## **2.7.2. Invernadero tipo capilla.**

El invernadero tipo capilla son las estructuras con mayor antigüedad en el diseño de invernaderos y se han utilizado por mucho años ya que su diseño permite un adecuado aprovechamiento de las condiciones climáticas excelente para el cuidado de los cultivos. (5).

La pendiente del techo es variable según la radiación y la pluviometría, al igual que las dimensiones del ancho y el largo, dependiendo de las características del cultivo. (5).

La ventilación del invernadero tipo capilla no ofrece ningún tipo de dificultades, permitiendo el libre paso del viento. Estos invernaderos presentan varias ventajas que los hacen bastante apetecidos por los agricultores. Su construcción es de mediana a baja complejidad, lográndose en tiempos limitados. (5).

Así mismo, se utilizan materiales de bajo costo, reduciendo notablemente los costos de construcción y diseño. Son aptos tanto para materiales de cobertura flexibles como rígidos, la ventilación vertical en paredes es muy fácil y se puede hacer de grandes superficies, con mecanización sencilla. También resulta fácil la instalación de ventanas cenitales. (5).

## **2.8. Manejo del cultivo de tomate dentro de un invernadero.**

### **2.8.1. Preparación del terreno.**

Antes de iniciar la construcción del invernadero, es recomendable, si el terreno no ha sido sembrado antes o está en descanso, arar y rastillar el lote con el fin de mejorar las condiciones físicas del suelo y controlar las malezas, principalmente gramíneas o ciperáceas. La arada y la rastrellada se deben realizar a 30 cm de profundidad. Cuando el terreno ya ha sido laborado, éste se prepara en forma manual (9).

Una vez trazados los surcos, se procede a marcar los sitios donde quedarán ubicadas las plantas. En estos sitios, se hace un hueco de tamaño ligeramente mayor al volumen ocupado por el recipiente que contiene la planta que se va a trasplantar (9).

Una vez trasplantadas las plantas, es necesario regarlas para evitar su marchitamiento.

Antes de éste, se recomienda la aplicación de materia orgánica (gallinaza), correctivos y nutrientes, de acuerdo a la recomendación del análisis de suelo;

estos se aplican en forma localizada. La materia orgánica debe ser totalmente compostada y humedecerse antes del trasplante, para evitar que la descomposición de la misma no queme las plantas (9)

### **2.8.2. Encamado plástico de suelos.**

El encamado de suelos se refiere a la colocación de una película sobre la superficie del terreno, que actuó como una barrera de separación entre el suelo y el medio ambiente, con la finalidad de defender los cultivos y el suelo de la acción de los agentes atmosféricos, los cuales, entre otros efectos producen la desecación del suelo, deterioro de la calidad del fruto, enfrián la tierra y lavan la misma, arrastrando los elementos fertilizantes, tan necesarios para el desarrollo de las plantas (9).

Las cubiertas de plástico para la superficie del suelo han tenido en los últimos años gran demanda en varios cultivos, pues prestan ventajas en su utilización pudiendo mencionar se algunas como principales (9).

Evita el exceso de evaporación del agua de la superficie del suelo, lo que permite un manejo más adecuado de las frecuencias con que se aplique el riego.

- Evita el contacto directo de los frutos con la superficie del suelo que afecta la calidad del fruto.
- Evita la proliferación de malezas (9).

### **2.8.3. Colocación del plástico.**

La lámina del encamado puede colocarse manual, según las características de la parcela, pero en todo caso debe garantizarse su tensado y un buen cierre de los bordes enterrados, para evitar renovaciones de aire que reducirían la eficacia por la evaporación, las pérdidas térmicas y cambios en la composición atmosférica del suelo. (9).

### **2.8.4. Trasplante.**

El trasplante definitivo se realiza aproximadamente entre cuatro a cinco semanas después de la siembra del semillero, es conveniente realizarlo cuando la planta tenga entre tres a cuatro hojas bien formadas, o cuando su altura esté entre los 10 a 15 cm. (9).

Las condiciones apropiadas para trasplantar las plántulas de tomate son las siguientes:

- Uniformidad entre plántulas en la bandeja de propagación.

- Las hojas de las plántulas deben estar bien desarrolladas, de color verde y erecto.
- Las plántulas deben presentar una coloración ligeramente púrpura en la base del tallo y debajo de las hojas.
- Plántulas bien nutridas, sin deficiencia de fósforo; esta se reconoce por la presencia de un intenso color púrpura en la superficie de las hojas.
- Las plántulas deben presentar raíces blancas y delgadas, que llenen toda la celda de arriba abajo. Las plántulas con raíces de color marrón o que no se extiendan hacia la parte inferior del contenedor, indican que han estado creciendo con baja humedad y ello retrasa el desarrollo de las plántulas en campo. (9).

#### **2.8.5. Fertilización.**

Se debe tener en cuenta que el tomate es una planta exigente en nutrientes; requiere de una alta disponibilidad de N, P, K, Ca, Mg, Cu, B, Zn. Aunque la exigencia de N es alta, un exceso de este elemento puede llegar a un exagerado desarrollo vegetativo con bajo porcentaje de formación de frutos (9)

Desde el momento del trasplante hasta la floración, la relación de fertilización de nitrógeno y potasio debe ser de 1:1; cuando comienza el llenado de fruto, se requiere de una cantidad mayor de potasio ya que este elemento contribuye con la maduración y llenado de frutos; la relación de estos nutrientes debe ser 1:2 o 1:3 (9).

En invernadero, se aprovecha el sistema de riego para aplicar la fertilización disuelta en el agua de riego, lo cual le permite a la planta obtener de manera oportuna los nutrientes para su desarrollo. Si no se dispone de éste, se recomienda realizar fertilizaciones edáficas, a partir de los 20 días después del trasplante, con intervalos de aplicación de 20 días hasta la formación del último racimo a cosechar. En general, se recomienda aplicar hasta 200 gramos de un fertilizante completo (9).

#### **4.8.7 Riego por goteo.**

Durante todo el ciclo del cultivo, principalmente antes de la formación de frutos, el riego debe ser en períodos cortos pero frecuentes, con el objetivo de mantener la humedad del suelo; cuando la planta inicia el cuajado de frutos, el consumo de agua se incrementa, manteniéndose esta alta demanda de agua hasta la época de mayor carga de frutos, y poco a poco ir disminuyendo hasta el final del cultivo. La mayor necesidad de agua por parte del cultivo ocurre cuando la planta está en periodo de floración y continúa hasta el llenado de los últimos racimos (9).

#### **4.8.8 Poda.**

En materiales de tomate de crecimiento indeterminado, se requiere realizar la poda de diferentes partes de la planta como tallos, chupones, hojas, flores y frutos, con el fin de permitir mejores condiciones, para aquellas partes que quedan en la planta y que tienen que ver con la producción, y a la vez eliminar aquellas partes de la planta que no tienen incidencia con la cosecha y que pueden consumir energía necesaria para lograr frutos de mayor tamaño y calidad (9).

Otras ventajas de las podas son las siguientes:

- Reducir la competencia entre órganos en crecimiento
- Mejorar la ocupación del volumen aéreo
- Facilitar la aireación de la planta
- Mejorar la penetración de la luz
- Facilitar la recolección
- Balancear la nutrición en la planta

### **2.9 Híbridos de tomate utilizados.**

#### **2.9.1. Tomate Silverado.**

Híbrido de crecimiento determinado grande, de uso industrial. Fruto en forma de pera, color rojo intenso al estar bien maduro, resistente al transporte. Procedente de FERRY MORSE. Este es el material más difundido a nivel regional y nacional.

#### **2.9.2. Eva luna.**

Híbrido de tomate de planta vigorosa con alto potencial de rendimiento. Posee alta calidad de frutos de gran tamaño, de buen brillo, color y excelente vida de anaquel. Puede producir de 6 a 7 racimos por planta de entre 11 y 13 frutos cada uno. La maduración de los frutos es muy uniforme por lo que existe mayor porcentaje de empaque.

#### **2.9.3. Retana.**

Híbrido que ha demostrado excelente adaptación a las diferentes condiciones de Guatemala. Desarrolla plantas vigorosas de follaje color verde tierno que alcanzan una altura máxima de 1 metro con 25 centímetros, con buena cobertura de frutos. El tipo de fruto es firme, de color intenso muy atractivo y muy apreciado en el mercado.

#### **2.9.4. San Rafael.**

Debido a su fiabilidad, versatilidad y excelente calidad. Este tomate de crecimiento determinado desarrolla una planta compacta y vigorosa con una excepcional carga de frutos uniformes, los cuales son predominantemente extra grandes (125 gr. en promedio). Este híbrido posee una excelente firmeza inclusive en estado completo de madurez. Tanto el color externo como interno del fruto es brillante y atractivo. La pared del fruto es gruesa y muestra una larga vida de anaquel.

#### **2.9.5. Tolstoi.**

Tomate híbrido de crecimiento indeterminado de alto potencial de rendimiento, de plantas vigorosas y de frutos bloqui-redondos, firmes, de excelente color y sabor, con peso promedio de 70 a 80 gramos. Ideal para siembras bajo invernadero o campo abierto en cualquier época del año. Tolstoi tiene resistencia a Fusarium Wilt, Verticillium albo atrum, Cladosporium fulvum ABC y al virus del mosaico del tomate. Recomendado para climas templados o ligeramente fríos. Ciclo promedio de 80 a 85 días (inicio de cosecha)

### **2.10. Antecedentes.**

En la finca la democracia, Mataquescuintla, Jalapa, se realizó en el año 2006 una investigación en la cual se evaluaron 4 híbridos de tomate, siendo ellos: Silverado como testigo, BSS 436, BSS 437 y BSS 526.

Los resultados obtenidos en dicha investigación que fue realizada bajo condiciones de ambiente protegido fueron en función del rendimiento de frutos de tomate, los híbridos superiores al testigo Silverado fueron: BSS 436 que presenta el mayor rendimiento con 135,642.22 kilogramos por hectárea y BSS 437 con 110,088.89 kilogramos por hectárea respectivamente. El híbrido BSS 526 presentó el menor rendimiento con 101,844.44 kilogramos por hectárea, no superando así al híbrido Silverado utilizado como comparador, el cual obtuvo un rendimiento de 106,575.56 kilogramos por hectárea (11).

En el año 2004 se realizó una investigación en dos localidades de Zacapa en la cual se utilizaron 8 híbridos de tomate siendo los siguientes: Elios, Zenith, Marina, Tara, Sabra, Silverado, Hapel e híbrido 46. Los resultados obtenidos en cuanto a calidad de fruta fueron los siguientes: los híbridos que presentaron mayor producción comercial de fruta grande (>5 cm.) en ambas localidades fueron Elios y Hapel con una producción promedio de 801 y 700 cajas por manzana respectivamente ( 26,002.26 y 22,722.7 Kilogramos / hectárea) (13).

En el año 2013 se realizó otra investigación en el municipio de Ipala Chiquimula en la cual se utilizaron 6 híbridos de tomate los cuales fueron: Silverado, Tara, Tabare, Xena, CSX-180 y Monkey Maker, en dicha investigación se obtuvieron los siguientes resultados. Se identificó al cultivar Money Maker como el material que presentó un media mayor entre los tratamientos, con promedio de 167663.64 kg/ha de primera. El testigo (Silverado) presentó la media más baja con una producción media de 37481.82 kg/ha. Los tratamientos Tabaré y Xena presentaron una media de 161136.36 y 145736.36 kg/ha respectivamente y se ubican en la segunda y tercera posición en lo que respecta a la variable. Con rendimientos inferiores se ubican los tratamientos CSX-180 y Tara con una media de 89372.73 y 80536.36 kg/ha respectivamente (18).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS.**

#### **3.1 Ubicación Geográfica:**

El Cantón Tzanjuyup se encuentra localizado en el municipio de San Francisco la Unión, departamento de Quetzaltenango; las colindancias del municipio son: al Norte con el municipio de San Carlos Sija (Quetzaltenango) y San Francisco El alto (Totonicapán); Al Sur con los municipios de Olintepeque y La Esperanza; Al Este con el municipio de San Andrés Xecul (Totonicapán); Al Oeste con el municipio de San Mateo Y Cajolá. Se encuentra a una distancia de 16 kms de la cabecera departamental de Quetzaltenango y a 217 kms de la ciudad capital de Guatemala. Las coordenadas de localización son: lat: 149167 y long: -915332.

#### **3.1.2. Características físico biológicas.**

##### **3.1.2.1. Altitud:**

Su altitud sobre el nivel del mar es de 2,770 (msnm) (8).

##### **3.1.2.2. Clima:**

El clima que prevalece en San Francisco La Unión es frío, principalmente en los meses de noviembre a abril de cada año; se marcan dos épocas, lluviosa y seca (8).

### **3.1.2.3. Temperatura:**

Los registros por parte del INSIVUMEH reportan que la temperatura oscila entre: mínima -2 a 0 grados centígrados y máxima 21 a 27 grados centígrados y una media de 13 a 15 grados centígrados (8).

### **3.1.2.4. Zona de vida:**

Bosque húmedo montano sub tropical (5).

### **3.1.2.6. Precipitación:**

Su precipitación anual es de 1,500 a 2,500 milímetros, humedad relativa de 75%.(8).

### **3.1.2.7. Relieve topográfico:**

El municipio está constituido por mantos sedimentarios y rocas volcánicas, cuyo principal uso es la agricultura limpia anual, con características fisiográficas geomorfológicas de tierras altas volcánicas (5).

### **3.1.2.8. Suelos:**

Suelos: Los suelos se caracterizan por ser de origen volcánico con una capa cultivable de 25 a 30 centímetros de textura arcillosa y arcillosa-arenosa, con dificultad para drenar, según el mapa Geológico de la República de Guatemala, de acuerdo a la clasificación de Simmos, en el municipio se encuentran tres series: Serie Camaché quebrada, Serie Camaché y Serie Quetzaltenango (19).

### **3.2. Metodología.**

#### **3.2.1. Descripción de la investigación:**

El trabajo consistió en evaluar el potencial de rendimiento de cinco híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum*) bajo las condiciones de ambiente protegido en el cantón Xetzanjuyup del municipio de San Francisco la Unión Quetzaltenango, con el propósito de determinar que híbrido se adapta de una mejor manera a las condiciones del cantón y proporciona un mejor ingreso económico y con ello ampliar la dieta alimenticia de los productores.

#### **3.2.2. Diseño experimental:**

Para poder realizar esta evaluación fue necesario utilizar un diseño experimental completamente al azar. El experimento fue distribuido en 4 repeticiones y en 5 tratamientos, haciendo un total de 20 unidades experimentales; los tratamientos fueron asignados aleatoriamente.

El modelo estadístico para el diseño completamente al azar fue el siguiente:

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

$Y_{ij}$  = Variable respuesta del i-ésimo tratamiento

$\mu$  = Media general

$\tau_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental asociado a la i-ésima unidad experimental

Una de las principales ventajas de este diseño es la sencillez y flexibilidad del mismo; se caracteriza como diseño exclusivo para condiciones homogéneas, se puede diseñar en campos abiertos siempre y cuando se reúnan las condiciones homogéneas sobre todo el gradiente de fertilidad y pendiente respectiva; debido a que la investigación se realizó dentro de un invernadero este diseño fue el adecuado ya que las plantas se encontraron bajo las mismas condiciones climáticas, pendiente, suelo y las plantas estuvieron ubicadas en un mismo lugar o campo experimental.

### **3.2.3. Dimensiones del experimento:**

El invernadero en el cual se realizó la investigación contó con un área de 10 mts de largo y 5mts de ancho, haciendo un área total de 50 metros cuadrados.

Las plantas que estuvieron dentro del área experimental fueron un total de 120, que a su vez estuvieron divididas en 20 tratamientos y cada tratamiento tuvo 6 plantas a evaluar y teniendo una distancia de 2.4 metros entre repeticiones.

Croquis de campo (anexo).

### **3.2.4. Descripción de los tratamientos.**

Se utilizaron como materiales a evaluar 5 híbridos de tomate, que fueron los siguientes:

**Cuadro 1.** Descripción de los tratamientos utilizados en la evaluación de cinco híbridos de tomate. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

TRATAMIENTO	MATERIAL VEGETATIVO	DESCRIPCION.
T1	RETANA	Híbrido que ha demostrado excelente adaptación a diferentes condiciones de Guatemala; el fruto es firme y de color intenso.
T2	EVA LUNA	Híbrido con alto potencial de rendimiento, posee alta calidad de fruto y de gran tamaño.
T3	SAN RAFAEL	Híbrido que presenta una planta vigorosa, con una excepcional carga de frutos uniformes.
T4	TOLSTOI.	Tomate híbrido de crecimiento indeterminado de alto potencial de rendimiento, de plantas vigorosas y de frutos bloqui-redondos, firmes, de excelente color y sabor, con peso promedio de 70 a 80 gramos.

T5	SILVERADO (TESTIGO)	Es el híbrido más difundido a nivel nacional; es un fruto en forma de pera, color rojo intenso al estar bien maduro, resistente al transporte.
----	---------------------	--

**Cuadro 2.** Asignación de tratamientos en la evaluación de cinco híbridos de tomate.  
San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

Asignación de tratamientos.				
T1	T2	T3	T4	T5
T2	T4	T1	T5	T3
T3	T5	T2	T1	T4
T5	T1	T3	T4	T2

Anexos.

### 3.2.5 Descripción de variables de respuesta:

#### 3.2.5.1. Días a floración:

Se tomó el tiempo transcurrido desde el momento del trasplante hasta que el 50% de las plantas de la parcela presentaron por lo menos una flor.

#### 3.2.5.2. Días a madurez fisiológica:

Se tomó como días a madurez fisiológica el tiempo transcurrido desde el momento del trasplante hasta el momento del primer corte, utilizando como índice de cosecha el momento en que los frutos alcanzaron la típica coloración roja, cuando 50% de las plantas presentó esta coloración.

#### 3.2.5.3. Diámetro de fruto:

El diámetro expresado en centímetros, se obtuvo midiendo la sección transversal de 10 frutos de tomate de cada denominación según tabla de clasificación de peso de fruto utilizada en la variable de respuesta siguiente, por cada unidad experimental. Para lo anterior se utilizó una cinta métrica. (Desde la primera cosecha en adelante).

### **3.2.5.4. Peso de frutos por planta determinando pequeños, medianos y Grandes.**

Esta variable se determinó pesando 10 frutos de tomate de cada planta y denominación según la tabla de clasificación de los frutos obtenidos durante la cosecha en cada una de las plantas. Siendo el peso de los frutos el factor determinante para diferenciar frutos pequeños, medianos y grandes, para los cuales determinamos los siguientes rangos. (Desde la primera cosecha en adelante).

**Cuadro 3.** Tabla de determinación de clasificación de frutos según su tamaño utilizada en la evaluación de cinco híbridos de tomate. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

<b>Pesos</b>	<b>Rangos</b>
<b>Menos de 80 gr</b>	Frutos pequeños
<b>81 a 100 gr</b>	Frutos medianos
<b>Más de 101 gr</b>	Frutos grandes

Fuente: Mateo Saguil. CUNORI (18).

### **3.2.5.5. Número de frutos por planta determinados pequeños, medianos y grandes.**

Se determinó mediante un conteo directo de los frutos obtenidos durante toda la cosecha en cada una de las plantas. Siendo el peso de los frutos el factor determinante para diferenciar frutos pequeños, medianos y grandes, para los cuales se utilizó el mismo rango de clasificación para determinar peso de fruto y diámetro de fruto.

### **3.2.5.6. Rendimiento de fruto de tomate.**

El rendimiento, expresado en  $\text{kg ha}^{-1}$ , se obtuvo pesando los frutos de tomate en cada uno de los cortes efectuados en cada unidad experimental. (Se realizaron 10 cortes).

### **3.2.6. Descripción del manejo agronómico.**

A continuación se describirán los pasos que se siguieron durante el desarrollo del ciclo de la investigación que se propuso realizar.

#### **3.2.6.1. Manejo del experimento.**

##### **Preparación del terreno.**

Se picó el suelo a 30 centímetros de profundidad con herramientas manuales, se sacaron las raíces de las malas hierbas y otros objetos innecesarios en el suelo

Se construyeron los tablones de 30 centímetros de alto, 60 centímetros de ancho y un largo de 10 metros, se mezcló abono orgánico bovino ya seco con el suelo en dosis de 25 lb por tablón de 10 m largo y 60 cm de ancho.

##### **Tratamiento del tablón:**

Para evitar las enfermedades fungosas y plagas en el suelo se aplicó una mezcla de una copa de Previcur (Propamocarb) más una copa de Derosal (Carbendazim) más una copa de Diazinon por bomba de 4 gal/agua al tablón a utilizar. Estos productos se utilizaron antes de la siembra como preventivos. Alcanzó para rociar 5 tablones de 10 metros de largo.

##### **Acolchado:**

Esta práctica consistió en forrar el tablón con plástico para proteger las ramas de la planta del suelo y aportar mejores condiciones a las plantas.

Para esta práctica fue necesario utilizar estacas, cinta métrica, martillo, pita y azadón, estas herramientas fueron necesarias para asegurar el acolchado y tensarlo y con ello proveerle mejores condiciones de desarrollo al cultivo.

Antes de colocar el acolchado se instalaron las mangueras de riego ya que fue necesario realizar este proceso antes para que puedan quedar abajo del plástico y con ello no tener problemas de que se muevan de su lugar.

Se utilizó un acolchado de color negro ya que absorbe el calor y lo aporta a la planta, conserva el calor y ayuda a estabilizar la temperatura de las plantas en condiciones no favorables.

Luego de establecer el acolchado se procedió a medir y marcar el espacio entre las plantas, cortando un agujero en el plástico, dejando una distancia de 0.40 metros entre plantas y 1 metros entre surcos.

### **Trasplante.**

Para poder realizar esta actividad, 1 día antes se regó el suelo esto con el fin de poder aportarle unas condiciones adecuadas a las plantas, al día siguiente se realizó el trasplante de los pilones al suelo, teniendo ya los 5 híbridos a sembrar y contando con un total de 120 plantas, 24 plantas por tratamiento y 6 por unidad experimental.

### **Riego por goteo.**

Esta actividad inició con la instalación del sistema de riego antes; se procedió a acoplar todos los accesorios comenzando por el depósito de agua que se debió perforar para poder instalar la tubería, después se ubicó el depósito en un lugar alto para que el agua tuviera la fuerza adecuada para llegar a las plantas, luego se procedió a conectar las mangueras y las llaves de paso a la manguera principal, después se realizó una prueba de riego, este proceso se realizó antes del trasplante.

Se utilizó un lapso de 3 horas a cada 3 días, por cada riego se utilizó un total de 36 riegos durante el experimento.

### **Podas.**

Se realizaron a cada semana eliminando hojas maduras y con presencia de algún patógeno, en la etapa de fructificación se procedió a eliminar las hojas en la parte baja de la planta esto con el fin de que la planta tuviera mayor concentración de nutrientes en los frutos y se dejó que las hojas se desarrollara en la parte superior de la planta.

### **Tutorado.**

Esta práctica es muy importante para mantener erguida a la planta, se realizó 2 semanas después del trasplante utilizando pita plástica de colores para poder diferenciar a los diferentes híbridos. Se utilizaron 3 postes por tablón los cuales en la parte superior se colocó alambre galvanizado el cual se utilizó para colocar las pitas plásticas y sujetar las plantas, la pita se colocó en el tallo de las plantas y se enrolló al tallo y al alambre con un nudo.

## **Fertilización.**

A los 15 días después del trasplante se realizó la primera fertilización utilizando un fertilizante granulado de fórmula completa siendo 15-15-15 realizando 4 aplicaciones a cada 15 días, utilizando 5 gramos por planta.

Al igual a los 15 días se inició con la fertilización foliar (macro nutrientes y micronutrientes) con una dosificación de 0.0037 l/planta, utilizando una bomba de 4 galones; se realizaron 6 aplicaciones a cada 15 días y una última al último mes.

## **Control de plagas y enfermedades.**

Para el control de enfermedades se utilizó el producto Antracol (ditiocarbamato) la primera aplicación fue a los 50 días después del trasplante, la segunda a los 75 días, la tercera fue a los 90 días, la cuarta a las 105 días y la quinta a los 120 días.

Con este producto se controló el hongo *Phytophthora infestans*, con la actividad de poda también se pudo realizar un control por medio de la eliminación de ramas y hojas infectadas con el patógeno.

Para el control de plagas se utilizó el producto Monarca (Thiacloprid, Beta-cyfluthrina); se realizaron 2 aplicaciones, la primera a los 65 días después del trasplante y la segunda a los 85 días, este producto se utilizó por contar con la presencia de mosca blanca.

## **Cosecha.**

Los frutos fueron cosechados cuando ya presentaban su madurez fisiológica, siendo cuando ya presentaban el color rojo; se realizaron 10 cortes para cada uno de los híbridos evaluados.

Los cortes se realizaron 2 veces a la semana.

### **3.2.7. Análisis a utilizar.**

#### **3.2.7.1. Análisis de varianza.**

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) en el cual se determinó y analizó si existía diferencia significativa entre tratamientos; el análisis se realizó utilizando el software estadístico InfoStat.

### **3.2.7.2. Comparación de medias:**

Luego se realizó una prueba de medias de Tukey para estudiar el comportamiento de los tratamientos de un factor, siempre y cuando existiera una diferencia significativa entre tratamientos.

Estos análisis se realizaron a todas las variables de respuesta ya que se necesitó determinar las diferencias resultantes entre tratamientos.

### **3.2.7.3 Análisis económico:**

Este análisis se realizó con el objeto de determinar cuál de los híbridos de tomate podría ser una alternativa económicamente factible para ser utilizado. Se utilizó como indicador la tasa marginal de retorno.

## **3.2.8. Recursos:**

### **3.2.8.1. Humanos:**

- Ing. Asesor del proyecto.
- Personal de campo para las diferentes actividades de manejo del cultivo.
- Docentes del Centro Universitario de Occidente.
- Personal del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola.
- Estudiante epesista.
- Extensionistas del ministerio de agricultura, ganadería y alimentación (MAGA).

### **3.2.8.2. Físicos:**

- Azadón, piocha, pala y machete.
- Nematicida.
- Materia orgánica.
- Plástico para encamado.
- Materiales para el tutoreo de las plantas.
- Pilones de los híbridos a ser evaluados.
- Abonos químicos.
- Fungicidas.
- Agua para riego.
- Instrumentos para determinar las variables de respuesta.
- Tijeras para realizar las podas necesarias.
- Bomba para realizar aplicaciones necesarias.
- Fertilizantes.
- Lazo o pita.

### **3.2.8.3. Económicos:**

**Cuadro 4.** Costos de producción de la evaluación de 5 híbridos de tomate. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>No. DE UNIDADES</b>	<b>COSTO POR UNDAD</b>	<b>COSTO TOTAL.</b>
<b>Mano de obra para tratar el terreno.</b>	Jornal	4	Q. 75.00	Q. 300.00
<b>Mano de obra de encamado de camellones</b>	Jornal	2	Q. 75.00	Q. 150.00
<b>Abono de bovino</b>	1saco	1	Q. 100.00	Q.100.00
<b>Mano de obra para aplicar abono</b>	Jornal	1	Q. 75.00	Q. 75.00
<b>Cal dolomitica</b>	Saco	1	Q. 200.00	Q.200.00
<b>Plástico para acolchado.</b>	Metro de plástico	50	Q. 2.00	Q.100.00
<b>Mano de obra para acolchado</b>	Jornal	1	Q. 75.00	Q. 75.00
<b>Pilones.</b>	Plantas	120	Q.0.70.00	Q. 84.00
<b>Mano de obra para trasplante</b>	Jornal	1	Q. 75.00	Q. 75.00
<b>Fertilizante Triple 15.</b>	Libra	25	Q. 7.00	Q.175.00
<b>Fertilizante 11-44-11</b>	Libra	25	Q. 10.00	Q.250.00
<b>Fertilizante</b>	Libra	25	Q. 7.00	Q.175.00

---

**20-20-20**

<b>Fertilizante</b>	Libra	25	Q. 8.00	Q.200.00
<b>18-18-18</b>				
<b>Mano de obra para Fertilizaciones</b>	Jornal	4	Q. 75.00	Q.300.00
<b>Nitrato de potasio</b>	Saco	1	Q. 200.00	Q.200.00
<b>BANROT</b>	Kilo	1	Q. 130.00	Q.130.00
<b>PREVICUR</b>	Kilo	1	Q. 150.00	Q.150.00
<b>DEROSAL</b>	Kilo	1	Q. 75.00	Q. 75.00
<b>MANCOZEB</b>	Kilo	1	Q. 150.00	Q.150.00
<b>MONARCA</b>	Litro	1	Q. 200.00	Q.200.00
<b>Calcio boro</b>	Kilo	1	Q. 125.00	Q.125.00
<b>ADHERENTE.</b>	Litro	1	Q. 50.00	Q. 50.00
<b>Pita plástica (tutoreo)</b>	Rollo	5	Q. 20.00	Q.100.00
<b>Mano de obra para tutoreo</b>	Jornal	1	Q. 75.00	Q. 75.00
<b>Materiales para poda</b>	Tijera	1	Q. 25.00	Q. 25.00
<b>Mano de obra para poda</b>	Jornal	10	Q. 75.00	Q.750.00
<b>Riego, agua.</b>	Litro	540	Q. 0.20	Q.108.00
<b>Mano de obra para riego</b>	Jornal	10	Q. 75.00	Q.775.00
<b>Mano de obra para Cosecha</b>	Jornal	5	Q. 75.00	Q.375.00
<b>Mano de obra del investigador</b>	Jornal	5	Q. 75.00	Q.375.00
<b>Alquiler del terreno</b>	1 m <sup>2</sup>	50	Q. 4.50	Q. 225.00
<b>transporte</b>	Pasaje	50	Q. 6.00	Q.300.00
<b>TOTAL</b>				<b>Q.6947. 00</b>

---

## 4. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.

### 4.1. Días a floración.

Para poder obtener los resultados de esta variable se determinaron los días transcurridos desde el trasplante hasta que cada unidad experimental presentara el 50% de floración en las plantas, en el siguiente cuadro se muestran los resultados.

**Cuadro 1.** Datos de campo obtenidos de la variable de respuesta días a floración de los cinco híbridos de tomate evaluados en cada unidad experimental. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	I	II	III	
RETANA	34	35	34	34
EVA LUNA	33	35	34	35
SAN RAFAEL	46	45	46	45
TOLSTOI	46	48	47	46
SILVERADO	33	34	34	34
				34.25
				34.25
				45.5
				46.75
				33.75

Fuente: Investigación de Campo.

**Cuadro 2.** Análisis de varianza realizado a la variable días a floración para los cinco híbridos de tomate evaluado en cada unidad experimental. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

F.V.	GL	SC	CM	F	Frab. 95%
Híbrido	4	699.80	174.95	328.03	3.06 - 4.89
Error	15	8.00	0.5		
Total	19	707.80			

C.V.=1.88%

En el cuadro 6 se muestra el análisis de varianza que se realizó a los 5 híbridos para la variable de respuesta de días a floración. El cuadro nos muestra que si existe diferencia significativa entre los 5 híbridos. De acuerdo a los resultados obtenidos se realizó una comparación de medias de Tukey.

**Cuadro 3.** Comparación de medias Tukey realizada para la variable de respuesta días a floración para los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2106.

TRATAMIENTOS	MEDIA	GRUPO TUKEY
TOLSTOI	47	A
SAN RAFAEL	45	A
RETANA	34	B
EVA LUNA	34	B
SILVERADO	34	B

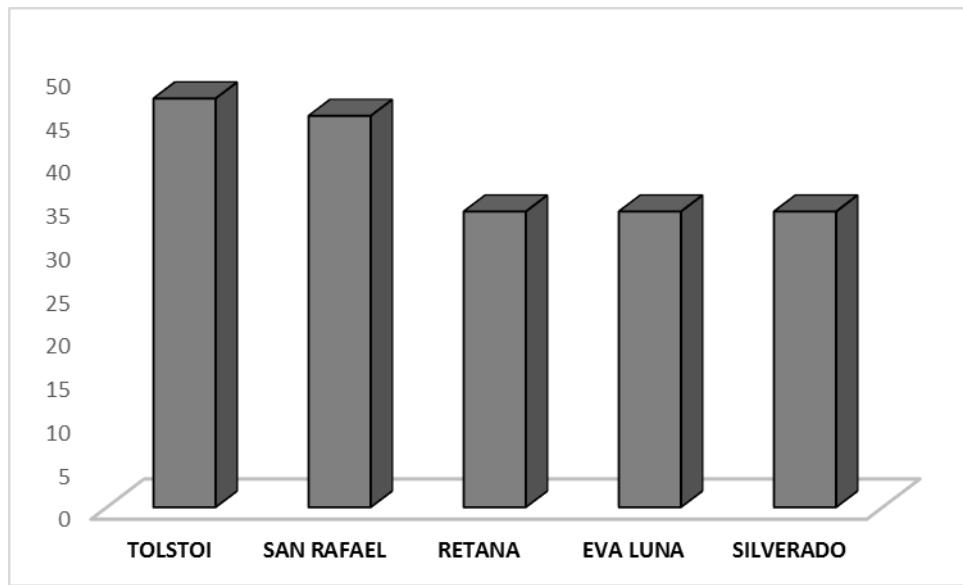
DMS= 1.60

Observando los resultados se puede definir que los híbridos Silverado, Eva luna y Retana fueron los que presentaron una floración más temprana o una mayor precocidad dando un resultado de 34 días; San Rafael presentó 45 días para la floración y Tolstoi dio como resultado 47 días siendo este el que presentó un mayor tiempo para la floración, esto se debe a que cada híbrido presenta diferentes características y esto influye en su respuesta en el campo.

De acuerdo a los resultados obtenidos los híbridos Retana y Eva luna, igualaron en la misma cantidad de días al testigo que fue Silverado, ahora Tolstoi y San Rafael superaron en cantidad de días al testigo.

Mendoza (14) e ICTA (6) indican que se tiene un rango de 30 y 35 días para la floración de las plantas, para esta evaluación se obtuvo una media de 34 días para los híbridos Retana, Eva Luna y Silverado, esto es a causa de las características propias de los híbridos elegidos ya que ellos son plantas de crecimiento determinado y se adaptan a diferentes condiciones climáticas del país.

El híbrido Tolstoi presentó una media de 47 días y San Rafael presentó una media de 45 días, esta variación ocurrió ya que estos dos híbridos son de crecimiento indeterminado y por sus características de crecimiento el tiempo para la floración se prolonga.



**Figura 1.** Comportamiento de los datos obtenidos para la variable de respuesta días a floración. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

#### 4.2. Días a madurez fisiológica.

Esta variable se determinó mediante un conteo de días transcurridos desde el trasplante hasta que los frutos alcanzaron la característica coloración roja, o al primer corte de frutos, cuando el 50% presentó esta característica. Este conteo se realizó para cada unidad experimental.

**Cuadro 4.** Datos de campo obtenidos para la variable de respuesta días a madurez fisiológica tomados a cada unidad experimental a los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
RETANA	81	81	81	82	81.25
EVA LUNA	78	78	79	78	78.25
SAN RAFAEL	88	88	88	89	88.25
TOLSTOI	89	89	89	89	89
SILVERADO	79	79	81	79	79.5

Fuente: Investigación de Campo.

**Cuadro 5.** Análisis de varianza realizado para la variable de respuesta días a madurez fisiológica de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

F.V	GL	SC	SCM	F	Frab. 95%
Híbrido	4	404.50	101.13	288.93	3.06 - 4.89
Error	15	5.25	0.35		
Total	19	409.75	19		

C.V.=0.71%

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron en el análisis de varianza para la variable días a floración; se puede observar que si se obtuvo diferencia significativa entre los tratamientos.

De acuerdo a los resultados obtenidos se procedió a realizar una comparación de medias de Tukey.

**Cuadro 6.** Comparación de medias Tukey realizada para la variable de respuesta días a madurez fisiológica de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

TRATAMIENTOS	MEDIA	GRUPO TUKEY
TOLSTOI	89	A
SAN RAFAEL	88	A
RETANA	81	B
SILVERADO	79	C
EVA LUNA	78	C

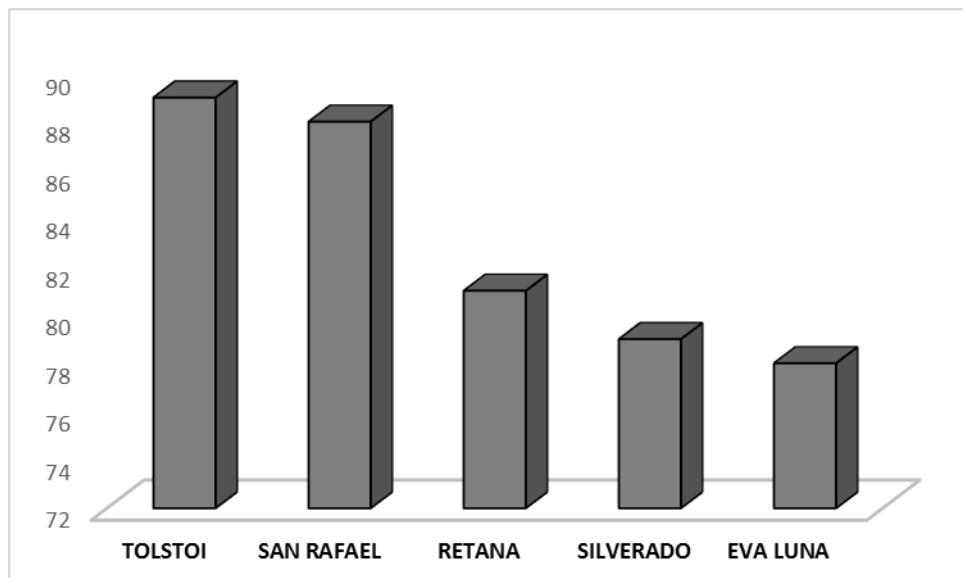
DMS: 1.30

En el cuadro 10 se puede observar que los híbridos Eva luna y Silverado fueron los más precoces o los que obtuvieron un menor tiempo para madurez fisiológica de frutos; Silverado presentó 79 días con una diferencia de 1 día en comparación con Eva luna, estos dos híbridos presentan una similitud estadística; Retana presentó 81 días, San Rafael un total de 88 días y Tolstoi 89 días siendo este el que presentó un mayor tiempo para la madurez de los frutos. San Rafael y Tolstoi presentaron una similitud estadística.

Se puede observar una diferencia entre los híbridos de 11 días, esto se debió a las características distintas de cada híbrido, de acuerdo a la revisión bibliográfica, Jaramillo (9) menciona que utilizar acolchado podría adelantar el tiempo para la primera cosecha, esto es debido a los materiales con que se construyó el invernadero, poseen una alta transmisión de luz solar, la cual a su vez es transmitida al suelo, esto evita que se den grandes variaciones térmicas dentro del invernadero, proporcionando a las plantas una temperatura más uniforme y prolongada, que ayuda a que las plantas se mantengan activas durante la noche.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede comprobar que existió un adelanto en el tiempo de cosecha para los híbridos: Eva luna, Silverado y Retana, para los híbridos San Rafael y Tolstoi se puede determinar que casi se mantuvo el tiempo a madurez que estipula la revisión bibliográfica de 90 días, en este caso contribuyó el acolchado a que estos híbridos tuvieran las condiciones necesarias para que las plantas proporcionaran la madurez en el tiempo adecuado y que no se retrasara la madurez de los frutos.

De acuerdo a los resultados obtenidos los híbridos Retana, San Rafael y Tolstoi, superaron al testigo que fue Silverado en la cantidad de días a madurez de frutos. Eva luna fue el que presentó menor cantidad de días a madurez de frutos en comparación al testigo.



**Figura 2.** Comportamiento de los datos obtenidos para la variable de respuesta días a madurez. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

#### **4.3. Diámetro de fruto.**

##### **4.3.1. Diámetro de fruto grande.**

Esta variable de respuesta se determinó realizando una medición transversal a 10 frutos por cada unidad experimental, para ello se utilizó una cinta métrica para luego de obtener el resultado en centímetros estos se dividieron por 3.1416 y con ello se obtuvieron los resultados para cada fruto. Para tomar este criterio de clasificación se utilizó la tabla de clasificación de frutos.

**Cuadro 7.** Datos de campo obtenidos para la variable de respuesta diámetro de fruto grande tomados a cada unidad experimental a los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
<b>RETANA</b>	4.25	4.15	4.27	4.26	4.2325
<b>EVA LUNA</b>	5.88	5.93	5.88	5.93	5.905
<b>SAN RAFAEL</b>	6.73	6.84	7.01	6.75	6.8325
<b>TOLSTOI</b>	7.03	6.8	7.01	6.89	6.9325
<b>SILVERADO</b>	5.23	5.22	5.21	5.2	5.215

Fuente: Investigación de campo.

**Cuadro 8.** Análisis de varianza realizado para la variable de respuesta diámetro de fruto grande de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

F.V.	GL	SC	CM	F	Frab. 95%
<b>Híbrido</b>	4	20.62	5.16	805.44	3.06 - 4.89
<b>Error</b>	15	0.10	0.01		
<b>Total</b>	19	20.72			

C.V.=1.37%

El análisis de varianza realizado para diámetro de fruto grande demostró que existe diferencia significativa para los híbridos evaluados.

De acuerdo a los resultados obtenidos se realizó una comparación de medias Tukey.

**Cuadro 9.** Comparación de medias Tukey realizada para la variable de respuesta diámetro de fruto grande de los cinco híbridos de tomate evaluados.  
San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

TRATAMIENTOS	MEDIA	GRUPO TUKEY
TOLSTOI	6.93	A
SAN RAFAEL	6.83	A
EVA LUNA	5.91	B
SILVERADO	5.22	C
RETANA	4.23	D

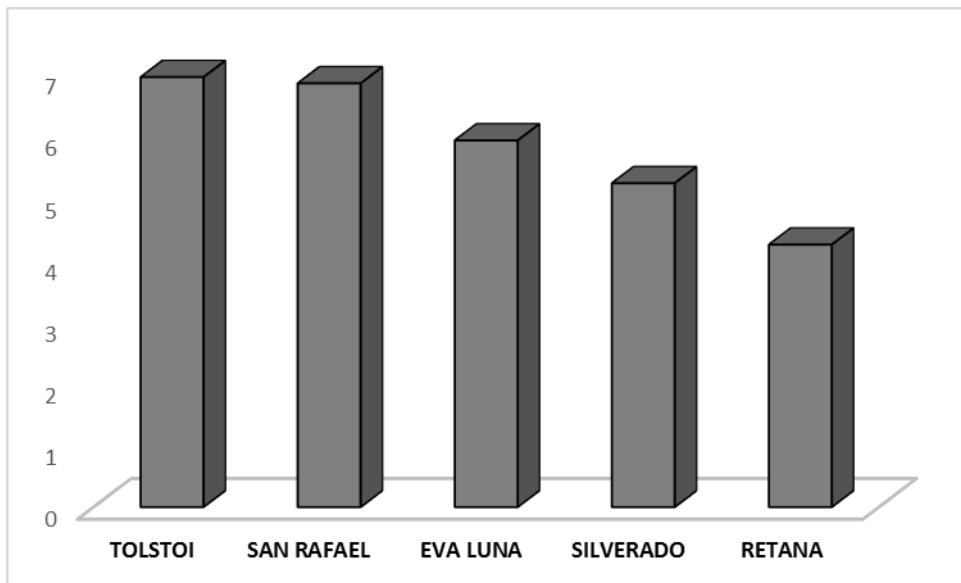
DMS= 0.15

Se puede observar que los híbridos Tolstoi y San Rafael presentaron el mayor diámetro de fruto, Tolstoi con un valor de 6.93 cm, seguido por San Rafael que presentó un valor de 6.83 cm; estos 2 híbridos presentan una similitud estadística; Eva Luna presentó un valor de 5.91 cm, Silverado presentó un valor de 5.22 cm y Retana presentó un valor de 4.23 cm siendo este el menor. La variación de los resultados fue producto de las diferentes características de los híbridos.

Infoagro (7) menciona que los factores que afectaron para que se diera la diferencia de diámetro de fruto grande entre los híbridos fueron en primer lugar, las características propias de cada híbrido, ya que Tolstoi y San Rafael son plantas que producen frutos redondos y por ello los frutos son más grandes y por supuesto poseen un diámetro mayor en comparación a otras formas de frutos.

En segundo lugar los híbridos Eva luna y Silverado son plantas que producen frutos tipo pera, estos frutos son más pequeños que los frutos redondos y con ello se respalda la diferencia de diámetros, ahora la diferencia que existió entre Eva Luna y Silverado se debió a que Eva Luna se adaptó de una mejor manera a las condiciones que existieron dentro del invernadero y también a las condiciones climáticas del municipio.

El híbrido Retana se caracteriza por ser una planta que produce frutos largos, que son frutos más grandes verticalmente y por supuesto más pequeños diamétricamente.



**Figura 3.** Comportamiento de los datos obtenidos para la variable de respuesta diámetro de fruto grande, San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

#### 4.3.2. Diámetro de fruto mediano.

Para obtener los siguientes datos se realizó el mismo procedimiento que se utilizó en la obtención de datos de diámetro grande, se midieron transversalmente 10 frutos con una cinta métrica de cada unidad experimental, luego se dividió el resultado por 3.1416 y así poder obtener los datos reales.

**Cuadro 10.** Datos de campo obtenidos para la variable de respuesta diámetro de fruto mediano tomados a cada unidad experimental a los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
RETANA	4.04	3.91	4.01	4.07	4.0075
EVA LUNA	4.65	4.91	4.63	4.65	4.71
SAN RAFAEL	5.55	5.49	5.58	5.74	5.5225
TOLSTOI	6.05	6.26	6.46	6.34	6.2775
SILVERADO	4.17	4.27	4.21	4.22	4.2175

Fuente: Investigación de campo.

**Cuadro 11.** Análisis de varianza realizado para la variable de respuesta diámetro de fruto mediano de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

F.V.	GL	SC	CM	F	Frab. 95%
Híbrido	4	14.29	3.57	314.66	3.06 - 4.89
Error	15	0.17	0.01		
Total	19	14.46			

C.V.=2.15%

El análisis de varianza realizado para la variable diámetro de fruto mediano nos muestra que si existe diferencia significativa entre los híbridos evaluados. De acuerdo a los resultados obtenidos se realizó una comparación de medias Tukey.

**Cuadro 12.** Comparación de medias Tukey realizada para la variable de respuesta diámetro de fruto mediano de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

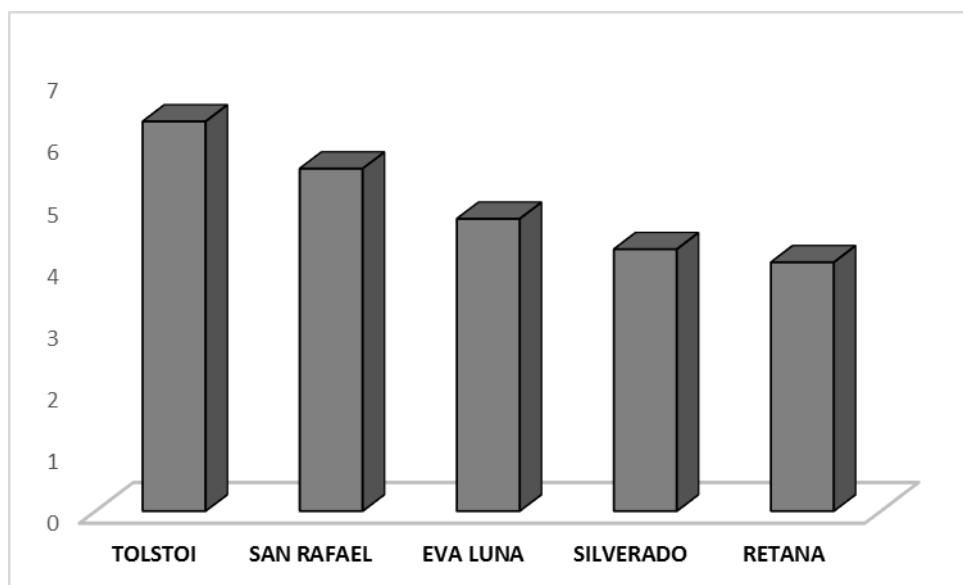
TRATAMIENTOS	MEDIA	GRUPO TUKEY
TOLSTOI	6.28	A
SAN RAFAEL	5.52	B
EVA LUNA	4.71	C
SILVERADO	4.22	D
RETANA	4.01	D

DMS= 0.23

En el cuadro 16 podemos observar que el híbrido Tolstoi mantiene el mayor diámetro con un valor de 6.28 cm, San Rafael presenta un valor de 5.52 cm, Eva luna un valor de 4.71 cm, Silverado 4.22 cm y Retana 4.01 cm siendo estos los menores. Silverado y Retana presentan una similitud estadística.

En la prueba de medias de Tukey realizada para la variable de fruto mediano se puede notar que el híbrido Tolstoi superó al testigo Silverado; San Rafael y Eva luna presentaron diámetros de fruto mediano mayores al testigo pero menores a Tolstoi y por último Retana obtuvo un diámetro de fruto mediano menor al testigo.

Estos resultados se dieron por las características ya mencionadas anteriormente de cada híbrido de tomate seleccionado, en esta variable de respuesta se puede mencionar que cada material de tomate mantiene sus características de producción de frutos ya que Tolstoi se va manteniendo en el primer lugar y Retana en el ultimo.



**Figura 4.** Comportamiento de los datos obtenidos para la variable de respuesta diámetro de fruto mediano. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

#### 4.3.3. Diámetro de fruto pequeño.

Para obtener los siguientes datos se realizó el mismo procedimiento que se utilizó en la obtención de datos de diámetro grande y mediano, se midieron transversalmente 10 frutos con una cinta métrica de cada unidad experimental, luego se dividió el resultado por 3.1416 y así poder obtener los datos reales.

**Cuadro 13.** Datos de campo obtenidos para la variable de respuesta diámetro de fruto pequeño tomados a cada unidad experimental a los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
RETANA	3.51	3.91	3.53	3.64	3.5875
EVA LUNA	4.51	4.57	4.49	4.47	4.51
SAN RAFAEL	5.63	5.59	5.29	5.39	5.475
TOLSTOI	5.71	5.48	6.49	5.49	5.5425
SILVERADO	4.06	4.15	4.11	4.05	4.0925

**Cuadro 14.** Análisis de varianza realizado para la variable de respuestas diámetro de fruto pequeño de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

F.V.	GL	SC	CM	F	Frab. 95%
Híbrido	4	11.63	2.91	323.74	3.06 - 4.89
Error	15	0.13	0.01		
Total	19	11.76			

C.V.=2.04%

El cuadro 18 presenta el análisis de varianza a la variable diámetro de frutos pequeños, y existe diferencia significativas entre los híbridos evaluados.

De acuerdo a los resultados obtenidos se procedió a realizar una comparación de medias Tukey.

**Cuadro 15.** Comparación de medias Tukey realizada para la variable de respuesta diámetro de fruto pequeño de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

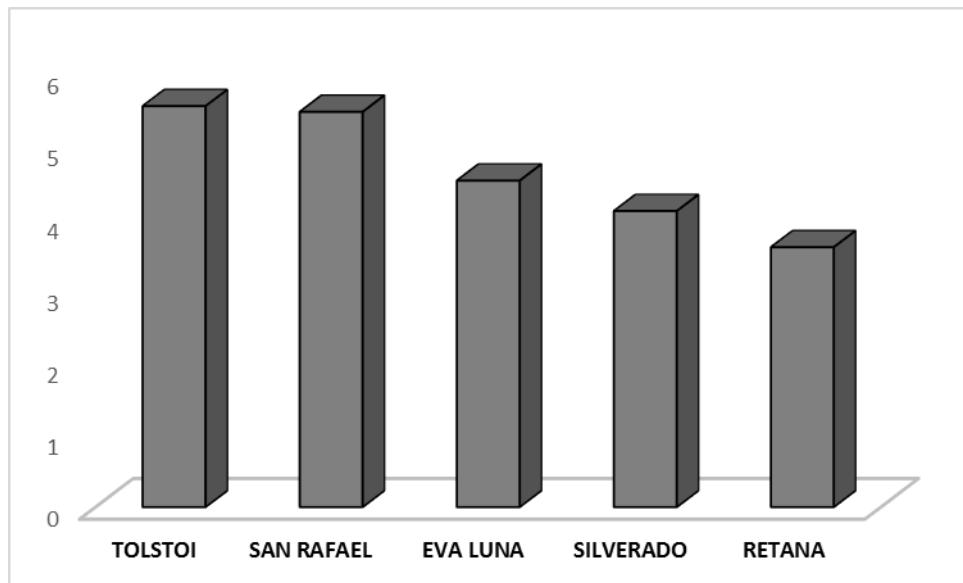
TRATAMIENTOS	MEDIA	GRUPO TUKEY
TOLSTOI	5.54	A
SAN RAFAEL	5.46	A
EVA LUNA	4.51	B
SILVERADO	4.09	C
RETANA	3.59	D

DMS= 0.21

El cuadro 19 presenta las comparaciones de medias realizadas para diámetro de frutos pequeños y dando como resultado que los híbridos Tolstoi y San Rafael siguen siendo los dominantes, Tolstoi con un valor de 5.54 cm, San Rafael presenta un valor de 5.46 cm, Tolstoi y San Rafael presentan una similitud estadística; Eva luna presenta un valor de 4.51 cm, Silverado presentó un valor de 4.09 cm y Retana 3.59 cm siendo el más pequeño.

En la prueba de medias de Tukey realizada para la variable de fruto pequeño se puede notar que el híbrido Tolstoi superó al testigo Silverado; San Rafael y Eva luna presentaron diámetros de fruto pequeño mayores al testigo pero menores a Tolstoi y por último Retana obtuvo un diámetro de fruto pequeño menor al testigo.

Los resultados que se obtuvieron en el cuadro 19 son producto de las características ya mencionadas anteriormente de cada híbrido, y como se dieron las diferencias de diámetro de fruto grande y mediano entre los híbridos, se sigue manteniendo para los frutos pequeños; Tolstoi y San Rafael siguen manteniendo el primer lugar mientras Retana se mantiene en el último lugar.



**Figura 5.** Comportamiento de los datos obtenidos para la variable de respuesta diámetro de fruto pequeña. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

#### 4.4. Tamaño de fruto.

##### 4.4.1. Tamaño de fruto grande.

Para poder determinar esta variable de respuesta fue necesario pesar 10 frutos de cada unidad experimental, para esta variable se pesaron frutos que fueran mayores a 101 gramos, para poder obtener los datos su peso fue definido en gramos para luego ser promediados.

**Cuadro 16.** Datos de campo obtenidos para la variable de respuesta tamaño de fruto grande tomados a cada unidad experimental a los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
RETANA	103.72	104.2	104.32	104.43	104.1675
EVA LUNA	136.17	133.51	138.73	134.1	135.6275
SAN RAFAEL	156.12	152.32	156.06	153.28	154.445
TOLSTOI	158.23	157.4	159.21	157.87	158.1775
SILVERADO	104.18	108.54	106.15	105.66	106.1325

Fuente: Investigación de Campo.

**Cuadro 17.** Análisis de varianza realizado para la variable de respuesta tamaño de fruto grande de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

F.V.	GL	SC	CM	F	Frab. 95%
Híbrido	4	10582.21	2645.55	994.15	3.06 - 4.89
Error	15	39.92	2.66		
Total	19	10622.13			

C.V.=1.24%

Al realizar el análisis de varianza para la variable peso de fruto grande nos muestra que existió diferencia significativa entre los híbridos evaluados, de acuerdo a estos resultados se precedió a realizar una comparación de medias Tukey.

**Cuadro 18.** Comparación de medias Tukey realizada para la variable de respuesta tamaño de fruto grande de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

TRATAMIENTOS	MEDIA	GRUPO TUKEY
TOLSTOI	158.18	A
SAN RAFAEL	154.45	B
EVA LUNA	135.63	C
SILVERADO	106.13	D
RETANA	104.17	D

DMS= 3.56

El cuadro 22 muestra que el híbrido Tolstoi presenta un mayor peso de fruto siendo 158.18 gramos, San Rafael presentó un peso de 154.45 gramos, Eva Luna un peso de 135.63 gramos, Silverado 106.13 gramos y Retana 104.17 gramos. Silverado y Retana presentaron una similitud estadística.

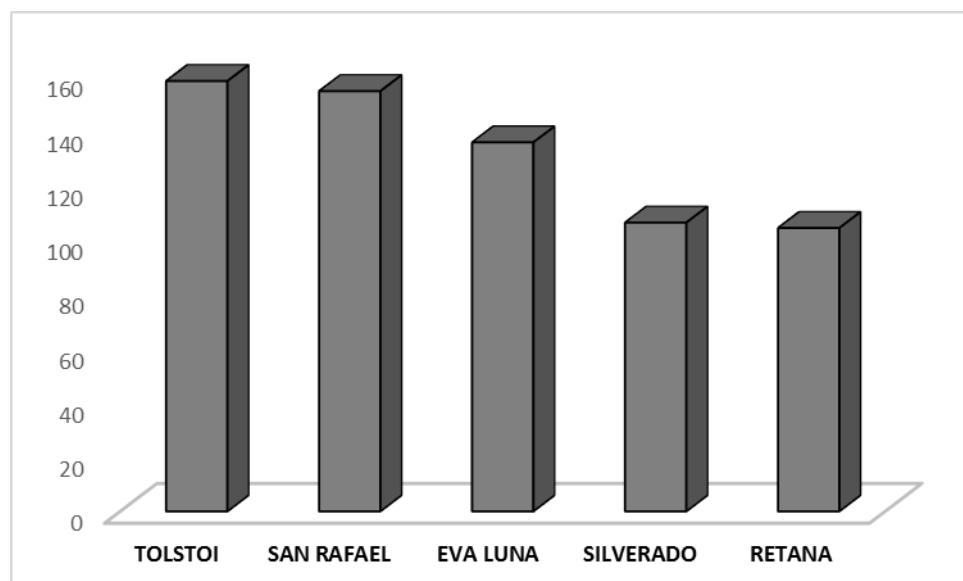
Estos resultados nos muestran que el híbrido Tolstoi superó al testigo Silverado. San Rafael y Eva Luna superaron al testigo pero fueron menores a Tolstoi. Retana no superó al testigo Silverado.

Uno de los factores que influyeron para que se obtuvieran estos resultados es el tipo de fruto que producen los híbridos, Tolstoi y San Rafael producen frutos redondos, Silverado y Eva Luna producen frutos tipo pera y Retana produce frutos

largos, los frutos redondos son más grandes en comparación a los frutos pera y largos.

Otro factor que influyó en esta variable de respuesta fue el tipo de crecimiento de los híbridos de tomate, ya que los híbridos de crecimiento indeterminado producen menos follaje en comparación de los híbridos de crecimiento determinado; de acuerdo a lo anterior al realizar las podas se facilita más trabajar las plantas de crecimiento indeterminado que las de crecimiento determinado. De acuerdo a la revisión bibliográfica Jaramillo (9) menciona que al realizar un buen manejo de podas se contribuye a la producción de frutos de buena calidad ya que la planta ya no se concentra en desarrollar demasiado follaje y produce más frutos y de mayor calidad.

Se puede mencionar que los resultados obtenidos son producto de las características fisiológicas de cada híbrido, siendo los híbridos Tolstoi, san Rafael y Eva luna los que mejor se adaptaron a las características físicas del suelo y a los cambios de temperatura dentro del invernadero. De acuerdo a la revisión bibliográfica Mejicanos (11) menciona que cuando existe carencia de agua el tamaño del fruto disminuye, ya que según diversos estudios realizados se afirma que el tamaño del fruto aumenta o disminuye según el sentido del gradiente del déficit hídrico entre el tallo y el fruto.



**Figura 6.** Comportamiento de los datos obtenidos para la variable de respuesta tamaño de fruto grande. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

#### 4.4.2. Tamaño de fruto mediano:

Para determinar esta variable se utilizó el mismo criterio para obtener los datos de peso de fruto grande, a diferencia que en esta variable se pesaron los frutos que presentaron entre 81 y 100 gramos, se pesaron 10 frutos por cada unidad experimental.

**Cuadro 19.** Datos de campo obtenidos para la variable de respuesta tamaño de fruto mediano tomados a cada unidad experimental de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
RETANA	86.53	91.45	86.63	88.77	88.345
EVA LUNA	95.53	93.13	94.04	95.01	94.4275
SAN RAFAEL	96.35	96.12	95.89	95.66	96.005
TOLSTOI	95.33	94.83	95.89	95.52	95.3925
SILVERADO	92.39	92.98	93.14	92.39	92.725

Fuente: Investigación de Campo.

**Cuadro 20.** Análisis de varianza realizado para la variable de respuesta tamaño de fruto mediano de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

F.V.	GL	SC	CM	F	Frab. 95%
Híbrido	4	151.27	37.82	27.33	3.06 - 4.89
Error	15	20.76	1.38		
Total	19	172.03			
C.V.=1.26%					

Al realizar el análisis de varianza para la variable peso de fruto mediano nos muestra que existió diferencia significativa entre los híbridos evaluados, de acuerdo a estos resultados se precedió a realizar una comparación de medias Tukey.

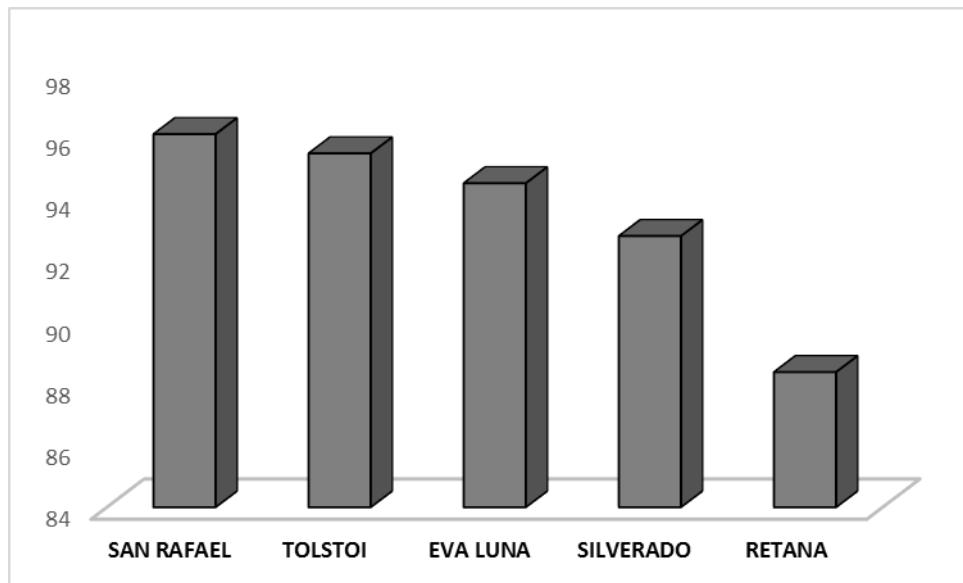
**Cuadro 21.** Comparación de medias Tukey realizada para la variable de respuesta tamaño de fruto mediano de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

HIBRIDOS	MEDIA	GRUPO TUKEY
SAN RAFAEL	96.01	A
TOLSTOI	95.39	A
EVA LUNA	94.43	A
SILVERADO	92.73	B
RETANA	88.35	C

DMS= 2.57

El cuadro 25 muestra que para esta variable los híbridos San Rafael, Tolstoi y Eva luna son los dominantes, San Rafael con un peso de 96.01 gramos, Tolstoi presentó un peso de 95.39 gramos, Eva Luna presentó un peso de 94.43 gramos, Silverado presentó un peso de 92.73 y Retana presentó un peso de 88.35 gramos.

De acuerdo a los datos obtenidos se puede observar que para la variable peso de fruto mediano San Rafael superó a Tolstoi y Eva Luna, este cambio se puede mencionar que no es significativo ya que los tres híbridos se presentan en el mismo grupo estadístico y con ello son estadísticamente iguales; los resultados muestran que San Rafael, Tolstoi y Eva luna son los híbridos que más se adaptaron a las condiciones del invernadero y con ello se asume que sus buenas características fisiológicas les permitieron abastecerse hídricamente de una mejor forma para así continuar produciendo buenos frutos.



**Figura 7.** Comportamiento de los datos obtenidos para la variable de respuesta tamaño de fruto mediano. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

#### 4.4.3. Tamaño de fruto pequeño:

Para determinar esta variable se utilizó el mismo criterio para obtener los datos de peso de fruto grande y mediano, a diferencia que en esta variable se pesaron los frutos que presentaron igual o menor a 80 gramos, se pesaron 10 frutos de cada unidad experimental.

**Cuadro 22.** Datos de campo obtenidos para la variable de respuesta tamaño de fruto pequeño tomados a cada unidad experimental de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
RETANA	64.76	67.12	64.08	65.38	65.335
EVA LUNA	75.02	75.15	74.16	74.18	74.6275
SAN RAFAEL	79.19	75.42	73.25	73.79	75.4125
TOLSTOI	77.84	79.01	75.89	77.69	77.6075
SILVERADO	73.82	67.09	69.29	71.18	70.345

Fuente: Investigación de Campo.

**Cuadro 23.** Análisis de varianza realizado para la variable de respuesta tamaño de fruto pequeño de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

F.V.	GL	SC	CM	F	Frab. 95%
Híbrido	4	379.76	94.94	24.99	3.06 - 4.89
Error	15	56.98	3.80		
Total	19	436.74			

C.V.=2.68%

Al realizar el análisis de varianza para la variable peso de fruto pequeño nos muestra que existió diferencia significativa entre los híbridos evaluados, de acuerdo a estos resultados se precedió a realizar una comparación de medias Tukey.

**Cuadro 24.** Comparación de medias Tukey realizada para la variable de respuesta tamaño de fruto pequeño de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

TRATAMIENTOS	MEDIA	GRUPO TUKEY
TOLSTOI	77.61	A
SAN RAFAEL	75.41	A
EVA LUNA	74.63	A
SILVERADO	70.35	B
RETANA	65.34	C

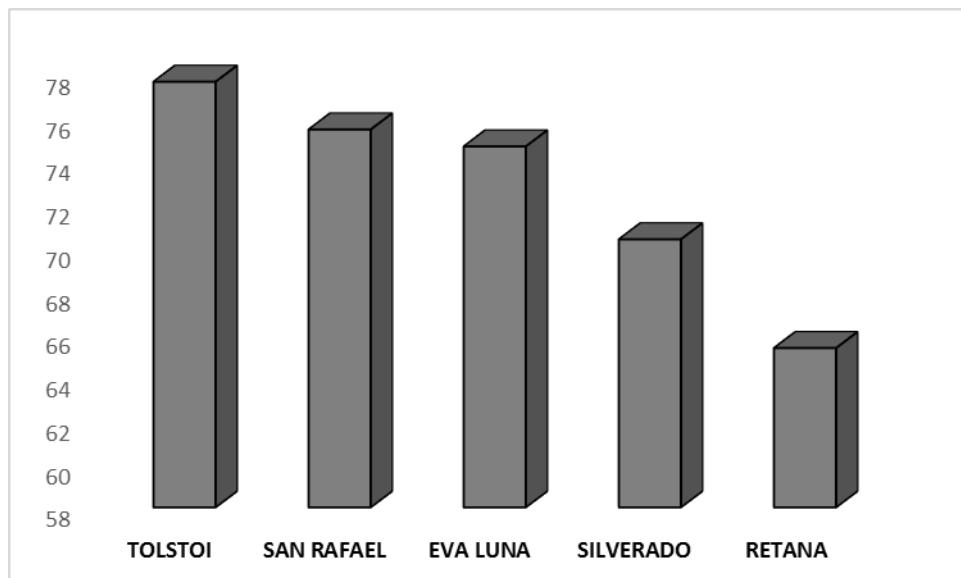
DMS= 4.25

El cuadro 28 muestra que los híbridos Tolstoi, San Rafael y Eva Luna fueron los que presentaron un mayor peso de fruto pequeño, Tolstoi con 77.61 gramos, San Rafael presentó un peso de 75.41 gramos, Eva Luna 74.63 gramos, Silverado 70.35 gramos y Retana 65.34 gramos siendo este el menor.

De acuerdo a los resultados se puede definir que los híbridos Tolstoi, San Rafael y Eva Luna son estadísticamente iguales, mientras Silverado y Retana presentaron diferencias estadísticas.

Observando los resultados obtenidos se puede mencionar que Eva Luna presenta las mejores características fisiológicas para esta variable ya que tuvo una mejor asimilación de nutrientes y de agua y por ello se encuentra en el mismo grupo estadístico de Tolstoi y San Rafael.

Un factor que influye en la calidad del fruto es la absorción de agua por parte de la planta ya que la absorción de nutrientes se da por medio de la dilución de estos con el agua para luego ser absorbidos por las raíces; los frutos producidos por plantas con estrés hídrico poseen menos agua acumulada por lo que tendrán menor tamaño de frutos.



**Figura 8.** Comportamiento de los datos obtenidos para la variable de respuesta tamaño de fruto pequeño. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

#### **4.5. Número de frutos por planta determinando pequeños, medianos y Grandes.**

##### **4.5.1. Número de frutos grandes.**

Se determinaron mediante un conteo directo de los frutos obtenidos durante toda la cosecha en cada una de las plantas. Siendo el peso de los frutos el factor

determinante para diferenciar frutos pequeños, medianos y grandes, para los cuales se utilizó el mismo rango de clasificación para determinar peso de fruto y diámetro de fruto.

**Cuadro 25.** Datos de campo obtenidos para la variable de respuesta número de frutos grandes por planta para los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
RETANA	20	10	10	13	13.25
EVA LUNA	23	21	24	18	21.5
SAN RAFAEL	7	8	9	7	7.75
TOLSTOI	12	12	13	12	6
SILVERADO	9	6	4	5	6

Fuente: Investigación de Campo.

**Cuadro 26.** Análisis de varianza realizado para la variable de respuesta número de frutos grandes por planta de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

F.V.	GL	SC	CM	F	Frab. 95%
Híbrido	4	583.30	145.83	20.78	3.06 - 4.89
Error	15	105.25	7.02		
Total	19	688.55			

C.V.=21.80%

Al realizar el análisis de varianza para la variable número de frutos grandes nos muestra que existió diferencia significativa entre los híbridos evaluados, de acuerdo a estos resultados se procedió a realizar una comparación de medias Tukey.

**Cuadro 27.** Comparación de medias Tukey realizada para la variable de respuesta número de frutos grandes por planta de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

TRATAMIENTOS	MEDIA	GRUPO TUKEY
EVA LUNA	21.50	A
RETANA	13.25	B
TOLSTOI	12.25	B
SAN RAFAEL	7.75	C
SILVERADO	6.00	C

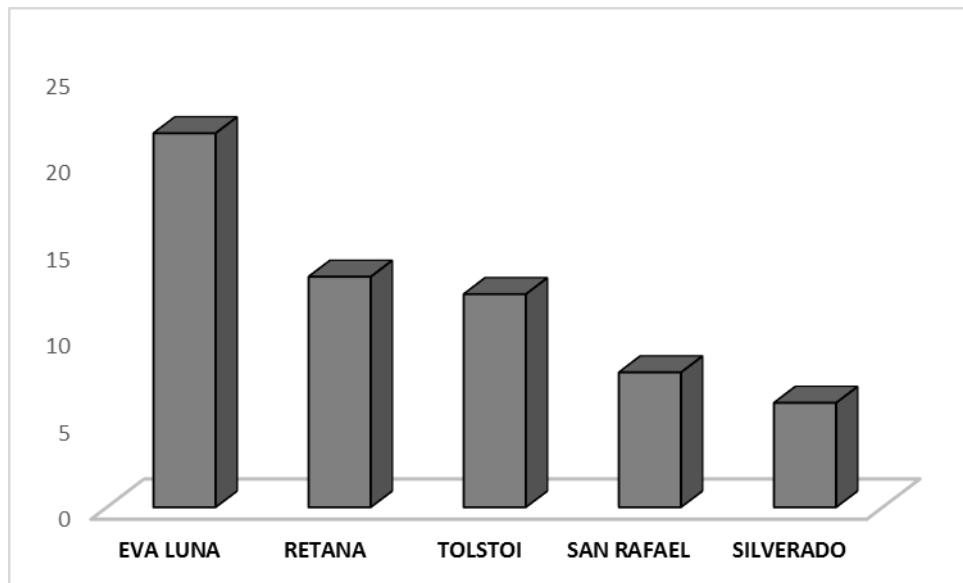
DMS= 5.78

El cuadro 31 muestra que el híbrido Eva Luna fue el que presentó un número de frutos grandes por planta con una cantidad de 21.50 frutos, Retana presentó una cantidad de 13.25 frutos, Tolstoi 12.25 frutos, San Rafael 7.75 frutos y Silverado una cantidad de 6 frutos, siendo este el menor.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede mencionar que un factor que influyó para el híbrido Tolstoi de acuerdo a Nuñoz (15) fue que a mayor tamaño de fruto menor número de frutos, ya que estos híbridos se caracterizan por producir frutos redondos, y que para esta investigación las plantas se concentraron en producir frutos más grandes que en producir mayor número de frutos. Se respaldan con esta teoría los resultados obtenidos para Tolstoi.

Eva Luna y Retana fueron los híbridos que obtuvieron el mayor número de frutos, la bibliografía nos indica que para obtener mayor número de frutos es fundamental y buen trabajo de podas, con ello la planta no aportará energía en producir follaje y se concentrará más en producir frutos.

Cuando existen variaciones dentro del ambiente del invernadero y las plantas no son capaces de tolerarlas, existen grandes problemas en la producción de frutos por parte de las plantas. Nuñoz (15) menciona que cuando las plantas de tomate no pueden tolerar los cambios en el ambiente puede ocurrir una mala o nula fecundación y por lo tanto, los que tienen una mala fecundación no tiene una gran cantidad de semillas, en consecuencia se obtiene pocos frutos y pequeños, ya que el polen muere por los cambios en el ambiente dentro del invernadero. Esta teoría respalda los datos obtenidos para los híbridos San Rafael y Silverado.



**Figura 9.** Comportamiento de los datos obtenidos para la variable de respuesta número de frutos grandes por planta, de los cinco híbridos evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

#### 4.5.2. Número de frutos medianos.

Se determinaron mediante un conteo directo de los frutos obtenidos durante toda la cosecha en cada una de las plantas. Siendo el peso de los frutos el factor determinante para diferenciar frutos pequeños, medianos y grandes, para los cuales se utilizó el mismo rango de clasificación para determinar peso de fruto y diámetro de fruto.

**Cuadro 28.** Número de frutos medianos por planta para los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
RETANA	10	12	15	11	12
EVA LUNA	19	15	18	16	17
SAN RAFAEL	8	8	7	8	7.75
TOLSTOI	11	11	7	10	9.75
SILVERADO	8	8	8	9	8.25

Fuente: Investigación de Campo.

**Cuadro 29.** Análisis de varianza realizado para la variable de respuesta número de frutos medianos por planta de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

F.V.	GL	SC	CM	F	Frab. 95%
Híbrido	4	226.70	56.68	23.45	3.06 - 4.89
Error	15	36.25	2.42		
Total	19	262.95			

C.V.=14.20%

Al realizar el análisis de varianza para la variable de respuesta número de frutos medianos nos muestra que existió diferencia significativa entre los híbridos evaluados, de acuerdo a estos resultados se precedió a realizar una comparación de medias Tukey.

**Cuadro 30.** Comparación de medias Tukey realizada para la variable de respuesta número de frutos medianos por planta de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

TRATAMIENTOS	MEDIA	GRUPO TUKEY
EVA LUNA	17.00	A
RETANA	12.00	B
TOLSTOI	9.75	C
SILVERADO	8.25	C
SAN RAFAEL	7.75	C

DMS= 3.39

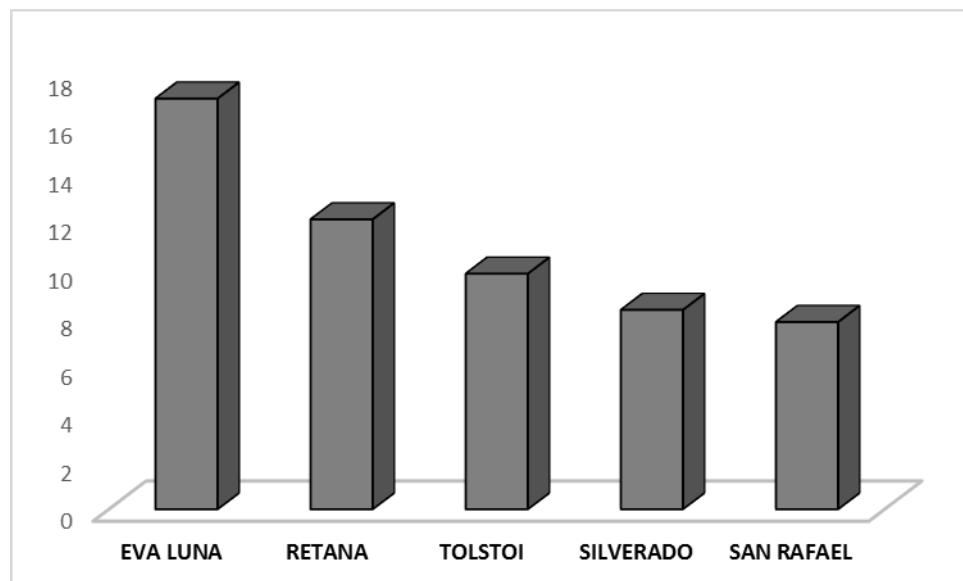
El cuadro 34 muestra que el híbrido Eva Luna fue el que presentó un número mayor de frutos medianos por hectárea con una cantidad de 17 frutos por planta, Retana una cantidad de 12 frutos, Tolstoi 9.75 frutos, Silverado presentó una cantidad de 8.25 frutos y San Rafael 7.75 frutos.

De acuerdo a los resultados se puede definir que el híbrido Eva Luna fue el que tuvo una mayor diferencia estadística formando el grupo A, en cuanto a Tolstoi, Silverado y San Rafael presentaron una similitud estadística formando el grupo C,, mientras el Retana formo el grupo B.

El factor que influyó para que se presentaran los resultados anteriores fueron las características fisiológicas del híbrido Eva luna, ya que Pilones de Antigua

menciona que es una planta con características resistentes a los cambios en el ambiente y se adapta muy bien a los climas de Guatemala.

Para los demás híbridos en los resultados mostrados se puede mencionar que influyeron los cambios dentro del ambiente ya que presentaron menor cantidad de frutos que Eva Luna.



**Figura 10.** Comportamiento de los datos obtenidos para la variable de respuesta número de frutos medianos por planta de los cinco híbridos de tomate evaluados, San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

#### 4.5.3. Número de frutos pequeños.

Se determinaron mediante un conteo directo de los frutos obtenidos durante toda la cosecha en cada una de las plantas. Siendo el peso de los frutos el factor determinante para diferenciar frutos pequeños, medianos y grandes, para los cuales se utilizó el mismo rango de clasificación para determinar peso de fruto y diámetro de fruto.

**Cuadro 31.** Número de frutos pequeños por planta para los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
RETANA	10	8	9	8	8.75
EVA LUNA	16	17	20	16	17.25
SAN RAFAEL	4	3	5	5	4.25
TOLSTOI	8	7	6	7	7
SILVERADO	10	11	10	9	10

Fuente: Investigación de Campo.

**Cuadro 32.** Análisis de varianza realizado para la variable de respuesta número de frutos pequeños por planta de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

F.V.	GL	SC	CM	F	Frab. 95%
Híbrido	4	378.70	94.68	70.13	3.06 - 4.89
Error	15	20.25	1.35		
Total	19	398.95			

C.V.=12.30%

Al realizar el análisis de varianza para la variable de respuesta número de frutos medianos nos muestra que existió diferencia significativa entre los híbridos evaluados, de acuerdo a estos resultados se precedió a realizar una comparación de medias Tukey.

**Cuadro 33.** Comparación de medias Tukey realizada para la variable de respuesta número de frutos pequeños por planta de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

TRATAMIENTOS	MEDIA	GRUPO TUKEY
EVA LUNA	17.25	A
SILVERADO	10.00	B
RETANA	8.75	C
TOLSTOI	7.00	C
SAN RAFAEL	4.25	D

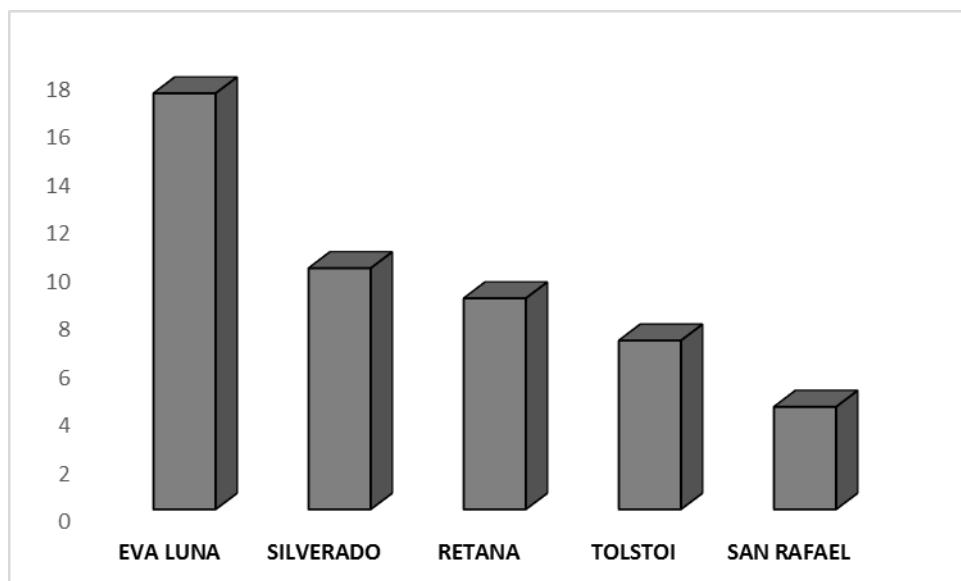
DMS= 2.53

El cuadro 37 muestra que el híbrido Eva Luna fue el que presentó un mayor número de frutos medianos por planta con una cantidad de 17.25 frutos, Silverado presentó una cantidad de 10 frutos, Retana 8.75 frutos, Tolstoi 7 frutos y San Rafael 4.25 frutos siendo este el menor.

Los factores que interviene para estos resultados son los mencionados ya anteriormente.

De acuerdo a los resultados obtenidos Eva Luna sigue manteniendo las mejores características fisiológicas ya que se presenta en el grupo estadístico A.

Para los demás híbridos de acuerdo a los resultados se puede evidenciar la susceptibilidad a los cambios en el ambiente dentro del invernadero ya que siguen manteniendo diferencia con Eva luna.



**Figura 11.** Comportamiento de los datos obtenidos para la variable de respuesta número de frutos pequeños para los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

#### 4.6 Rendimiento de híbridos de tomate:

Para poder determinar esta variable se pesaron los frutos producidos en cada uno de los cortes (10 cortes) y luego se sumó el peso de cada corte para poder obtener el resultado total de rendimiento de cada unidad experimental, luego se procedió a convertir los resultados obtenidos en libras a kilogramos y luego se realizó la conversión para pasar kilogramos a kilogramos por hectárea.

**Cuadro 34.** Rendimiento expresado en kg ha<sup>-1</sup>, de cada unidad experimental de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

TRATAMIENTO	REPETICIONES				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
RETANA	86079.54	64431.81	70539.77	76079.54	74282.66
EVA LUNA	102244.31	99602.27	121107.95	95994.31	104737.21
SAN RAFAEL	57386.36	66761.36	70596.59	58153.4	63934.65
TOLSTOI	91079.54	100511.36	93607.95	88267.041	93366.47
SILVERADO	57897.72	55142.04	44943.18	50823.86	52201.71

Fuente: Investigación de Campo.

**Cuadro 35.** Análisis de varianza realizado para la variable de respuesta rendimiento en kg ha<sup>-1</sup> de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

F.V.	GL	SC	CM	F	Frab. 95%
Híbrido	4	7311100745.83	1827775186.46	28.52	3.06-4.89
Error	15	961288328.69	64085888.5		
Total	19	8272389074.52			

C.V.=10.30%

Al realizar el análisis de varianza para la variable rendimiento de híbridos de tomate nos muestra que existió diferencia significativa entre los híbridos evaluados, de acuerdo a estos resultados se procedió a realizar una comparación de medias Tukey.

**Cuadro 36.** Comparación de medias Tukey realizada para la variable de respuesta rendimiento kg ha<sup>-1</sup> de los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

TRATAMIENTOS	MEDIA	GRUPO TUKEY
EVA LUNA	104737.21	A
TOLSTOI	93366.47	A
RETANA	74282.67	B
SAN RAFAEL	63934.66	C
SILVERADO	52201.70	C
DMS= 16027.74		

El cuadro 40 nos muestra los resultados obtenidos al haber realizado la comparación de medias Tukey, el híbrido Eva Luna (104737.21 kg/ha) superó al testigo Silverado (52201.70 kg/ha), Tolstoi (93366.47 kg/ha) superó al testigo pero no superó al híbrido Eva Luna; los híbridos Retana (74282.67 kg/ha) y San Rafael (63934.66 kg/ha) no lograron superar a los híbridos Eva Luna y Tolstoi pero si fueron superiores al testigo Silverado.

Los resultados obtenidos son menores a los presentados por Mejicanos (11) con el mejor rendimiento de 135,6442.22 en kg ha<sup>-1</sup> y el menor rendimiento con 101,844.44 kg ha<sup>-1</sup>. Es importante mencionar que los datos con los que se comparan el rendimiento de este experimento se dieron bajo condiciones ambientales distintas, ya que las condiciones climáticas del municipio de Mataquesquintla son más óptimas para el cultivo de tomate que las condiciones climáticas de San Francisco la Unión.

De acuerdo a los resultados obtenidos por Saguil (18) el mayor rendimiento que obtuvo fue de 167,663.64 kg ha<sup>-1</sup> y el menor rendimiento fue de 80,536.36 kg ha<sup>-1</sup>, es importante mencionar que las condiciones ambientales del municipio de Ipala Chiquimula son más óptimas para el cultivo de tomate.

Mayorga Suchité (13) obtuvo como el mayor rendimiento un total de 26,002.26 kg ha<sup>-1</sup> y el menor rendimiento fue de 22,722.7 kg ha<sup>-1</sup>. Es importante destacar que Mayorga Suchité utilizó un distanciamiento de 0.70 metros entre planta y 1 metro entre surcos, para esta investigación se utilizó un distanciamiento de 0.40 metros entre planta y 1 metro entre surcos; esta diferencia influye en el rendimiento ya que para esta investigación se cuenta con una mayor densidad de población.

Wereing y Patrick (21), mencionan que el análisis del rendimiento de un cultivar implica el estudio de sus principales componentes, que en el caso de tomate están dados fundamentalmente por días a floración, días a madurez

fisiológica, el número de frutos, el diámetro de frutos y tamaño de fruto. De acuerdo a esta teoría las variables de respuestas evaluadas para esta investigación ayudan a identificar los factores que influyen en la respuesta de los híbridos en el campo experimental.

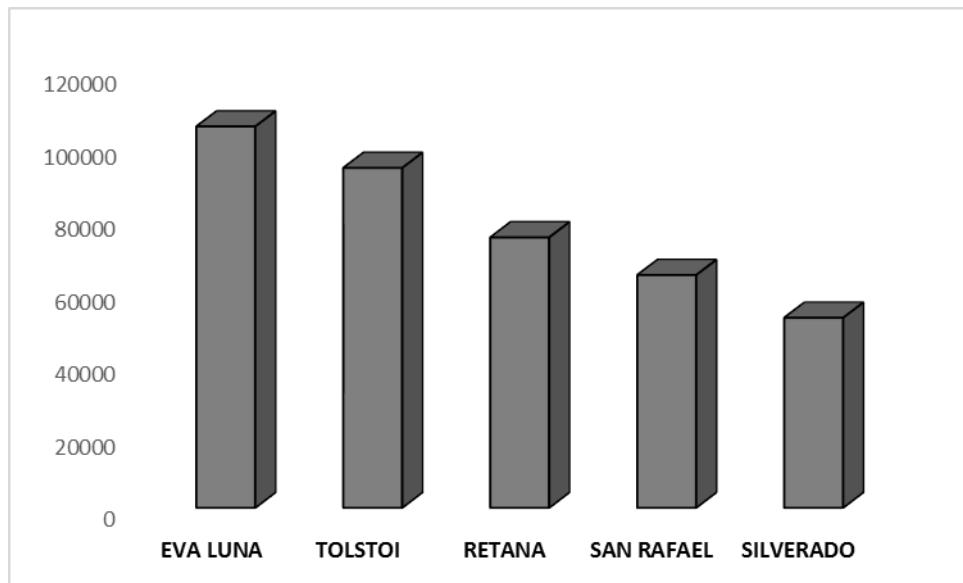
Un factor que influye para esta variable es el tipo de crecimiento de cada híbrido de tomate ya que Tolstoi y San Rafael son plantas de tomate de crecimiento indeterminado. Silverado, Retana y Eva Luna son de crecimiento determinado. Esta característica interviene en cuanto a los días a floración y días a madurez.

La forma del fruto es otro factor que se ve influenciado en el rendimiento en kg ha<sup>-1</sup>, Tolstoi y San Rafael producen frutos redondos, Silverado Eva Luna producen frutos tipo pera y Retana produce frutos largos. Esta característica afecta el diámetro y tamaño de fruto ya que los frutos redondos son más grandes y por ello tendrán un diámetro mayor.

La capacidad de las plantas para abastecerse de agua es importante ya que cuando existe carencia de agua el tamaño del fruto disminuye y según diversos estudios realizados se afirma que el tamaño del fruto aumenta o disminuye según el sentido del gradiente del déficit hídrico entre el tallo y el fruto.

Otro factor que afecta el rendimiento en kg ha<sup>-1</sup> es que a mayor diámetro menor número de frutos, esta teoría se puede respaldar de acuerdo a la cantidad de frutos producida por Tolstoi y San Rafael en comparación a Eva Luna y Retana.

La adaptabilidad de las plantas es un factor muy importante ya que si la planta no se adapta a las variaciones del ambiente tendrán una mala fecundación y con ello disminuirá el número de frutos y el tamaño.



**Figura 12.** Comportamiento de los datos obtenidos para la variable de respuesta rendimiento kg ha<sup>-1</sup> de cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

#### 4.7. Análisis Económico.

##### Presupuesto parcial.

Se utilizaron las medias del rendimiento, así como el precio del producto por kg para obtener el beneficio bruto.

**Cuadro 36.** Comparación de medias Tukey realizada para la variable de respuesta rendimiento kg ha<sup>-1</sup> de cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

TRATAMIENTOS	MEDIA	GRUPO TUKEY
EVA LUNA	104737.21	A
TOLSTOI	93366.47	A
RETANA	74282.67	B
SAN RAFAEL	63934.66	C
SILVERADO	52201.70	C

DMS= 16027.74

El precio del kilogramo de tomate fue de Q 5.50, debido a que en el municipio y en los mercados del área el precio del tomate de cualquier tamaño y cualquier tipo es el mismo, se utilizó este precio para realizar el análisis siguiente.

Se determinó los Costos que Varían para cada tratamiento, dando como resultado que el único costo que varía es el precio de los pilones. Para poder determinar estos costos se sumó el costo de transporte al valor de pilón para luego multiplicarse por la cantidad de plantas por hectárea.

**Cuadro 37.** Obtención de los costos que varían por medio de número de plantas/ha, costos de pilón y transporte. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

Tratamiento	Plantas/ha.	Costo de pilón	Transporte	Costo variable
Retana	25000	Q. 0.90	Q. 12.00	Q. 322500
Eva Luna	25000	Q. 1.50	Q. 12.00	Q. 337500
San Rafael	25000	Q. 0.90	Q. 12.00	Q. 322500
Tolstoi	25000	Q. 1.00	Q. 12.00	Q. 325000
Silverado	25000	Q. 1.00	Q. 12.00	Q. 325000

Para poder determinar los rendimientos corregidos se identificaron los rendimientos que se encontraban en un mismo grupo de la tabla de tukey para luego sumarlos y promediarlos. Para poder determinar los rendimientos ajustados se procedió a utilizar los rendimientos corregidos para luego restarles un 5%.

**Cuadro 38.** Rendimientos corregidos y rendimientos ajustados por medio de los rendimientos reales obtenidos en la tabla de tukey. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

Tratamiento	Rendimiento	Rendimiento corregido	Rendimiento ajustado
Retana	74282.67	74282.67	70568.536
Eva Luna	104737.21	99051.81	94099.218
San Rafael	63934.66	58068.18	55164.771
Tolstoi	93366.47	99051.81	94099.218
Silverado	52201.70	58068.18	55164.771

Para poder determinar los precios de campo se utilizaron: el rendimiento total en kilogramos por hectárea producidos, jornales por cosecha, jornales por comercialización, precio de jornal y precio de kilogramo de tomate.

**Cuadro 39.** Datos necesarios para obtener el precio de campo. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

<b>Precio de campo.</b>	
<b>Total kg/ha</b>	369096.514
<b>Jornales cosecha</b>	85
<b>Jornales comercialización</b>	5
<b>Precio de jornal</b>	65
<b>Precio de kilogramo</b>	Q. 5.50

$$(85 \text{ más } 5) * 65 / 369096.514 = 0.015$$

$$5.5 - 0.018 = \mathbf{5.485 \text{ precio de campo.}}$$

Para poder determinar el beneficio bruto se obtuvo multiplicando el precio de campo por el rendimiento ajustado, y el beneficio neto se obtuvo restando el beneficio bruto de los costos variables.

**Cuadro 40.** Obtención de los beneficios brutos y beneficios netos para los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

Tratamiento	Rendimiento ajustado.	Beneficio bruto.	Costos variables.	Beneficio neto.
Retana	70568.536	387068.42	322500	64568.42
Eva Luna	94099.218	516134.21	337500	178634.21
San Rafael	55164.771	302578.77	322500	-19921.23
Tolstoi	94099.218	516134.21	325000	191134.21
Silverado	55164.771	302578.77	325000	-22421.23

Para determinar el análisis de dominancia se organizaron los datos de costos que varía y beneficio neto de acuerdo con un orden creciente de los costos

que varían, de menor a mayor, luego se determinó si los tratamientos son dominados o no.

**Cuadro 41.** Análisis de dominancia realizado para los cinco híbridos de tomate evaluados. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

Tratamiento	Costos que varían.	Beneficio neto	Observación.
San Rafael	322500	-19921.23	Dominado
Retana	322500	64568.42	No Dominado
Silverado	325000	-22421.23	Dominado
Tolstoi	325000	191134.21	No dominado
Eva Luna	337500	178634.21	Dominado

El cálculo de la tasa de retorno marginal se determinó con los tratamientos no dominados; se calcularon los incrementos de los costos que varían y beneficio neto derivado del cambio de un tratamiento de costo variable menor a uno de costo mayor.

**Cuadro 42.** Tasa de retorno marginal calculado para los híbridos de tomate que resultaron ser no dominados de acuerdo al análisis de dominancia. San francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

Tratamiento	Beneficio neto	Costos variables	TRM
Retana	64568.42	322500	
Tolstoi	191134.21	325000	12665.79

Para realizar el análisis de residuos se sustraio de los beneficios netos el costo de oportunidad de los costos variables.

**Cuadro 43.** Análisis de residuos realizado para los híbridos que resultaron ser no dominados de acuerdo al análisis de dominancia. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

Tratamiento	Costos de oportunidad	Costo de variable	residuo
Retana	64568.42	322500	-257931.58
Tolstoi	191134.21	325000	-163934.16

## **5. CONCLUSIONES.**

- Como resultado de la investigación estadística de la evaluación de los cinco híbridos de tomate, se determinó que los híbridos Eva Luna ( $104,737.21 \text{ kg ha}^{-1}$ ) y Tolstoi ( $93,366.4721 \text{ kg ha}^{-1}$ ) presentaron un mayor potencial de rendimiento en  $\text{kg ha}^{-1}$  en comparación del testigo Silverado ( $52201.70 \text{ kg ha}^{-1}$ ) en la producción de tomate, siendo Eva Luna y Tolstoi los híbridos que mejor se adaptaron a las condiciones climáticas y edáficas del municipio de San Francisco la Unión, por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa uno.
- Al realizar la evaluación de las características agronómicas de los híbridos de tomate se logró determinar que para los días a floración Eva Luna, Retana y Silverado presentaron el menor número de días (34 días). Para los días a madurez fisiológica, Eva Luna y Sliverado presentaron una menor cantidad de días (78 y 79 días). En función a diámetro de fruto grande Tolstoi y San Rafael presentaron el valor más alto (6.93 y 6.83 cm), para diámetro de fruto mediano Tolstoi presentó el valor más alto (6.26 cm), y para diámetro de fruto pequeño; Tolstoi y San Rafael (5.54 y 5.46 cm). En lo que respecta al tamaño de fruto grande el híbrido que presentó el mayor peso fue Tolstoi (158.18 gramos), para el tamaño de fruto mediano San Rafael y Tolstoi (96.01 y 95.39 gramos) y para tamaño de fruto pequeño Tolstoi y San Rafael (77.61 y 75.41 gramos). Por ultimo en función a número de frutos grandes Eva Luna presenta el mayor número de frutos grandes por planta (21.50 frutos), mayor número de frutos medianos por planta (17 frutos) y mayor número de frutos pequeños por planta (17.50 frutos), por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa tres.
- De acuerdo al análisis económico realizado mediante presupuestos parciales y la tasa de retorno marginal de capital (TMRC) se halló que el híbrido de tomate Tolstoi mostró el mayor beneficio económico y en relación al beneficio bruto este híbrido obtuvo la suma de Q 191,134.21 por hectárea trabajada, por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa tres.

## **6. RECOMENDACIONES.**

- Para producir tomate bajo condiciones de ambiente protegido en el municipio de San Francisco la Unión, se recomienda a los pequeños agricultores utilizar los híbridos de tomate Eva Luna y Tolstoi, ya que fueron los que presentaron el mayor potencial de rendimiento, se adaptaron muy bien a las condiciones climáticas y edáficas del municipio.
- Si se desea una cosecha más temprana se recomienda utilizar el híbrido Eva Luna, ya que presentó los menores días a floración, menores días a madurez, y el mayor número de frutos. Si lo que se desea es producir tomates con mejores características en cuanto al tamaño y diámetro, se recomienda utilizar el híbrido Tolstoi ya que este cumplió con las características deseadas.
- En relación al beneficio-costo determinada por el análisis de presupuestos parciales se les puede recomendar a los pequeños agricultores utilizar el híbrido Tolstoi, ya que este fue el que ofreció el mayor beneficio neto por hectárea trabajada.

## 7. CRONOGRAMA.

ACTIVIDADES	MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO			SEPTIEM.		
	SEMANA2	SEMANA3	SEMANA4	SEMANA1	SEMANA2	SEMANA3	SEMANA4	SEMANA1	SEMANA2	SEMANA3	SEMANA4	SEMANA1	SEMANA2	SEMANA1	SEMANA2	SEMANA3		
Preparación del terreno	X																	
Aplicación de materia orgánica	X																	
Prueba de riego y riego		X																
Alcolchado		X																
Transplante			X															
Riego		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
Resiembra			X															
Tutoreo						X												
Fertilización					X		X		X		X							
Fertilización foliar						X			X			X		X				
Poda				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Control de plagas y enfermedades								X						X			X	
Control de plagas y enfermedades										X			X					
Determinación de primera variable									X									
Determinación de segunda variable												X	X					
Determinación de tercera variable												X	X	X	X	X	X	
determinación de cuarta variable												X	X	X	X	X	X	
Determinación de quinta variable												X	X	X	X	X	X	
Determinación de sexta variable												X	X	X	X	X	X	

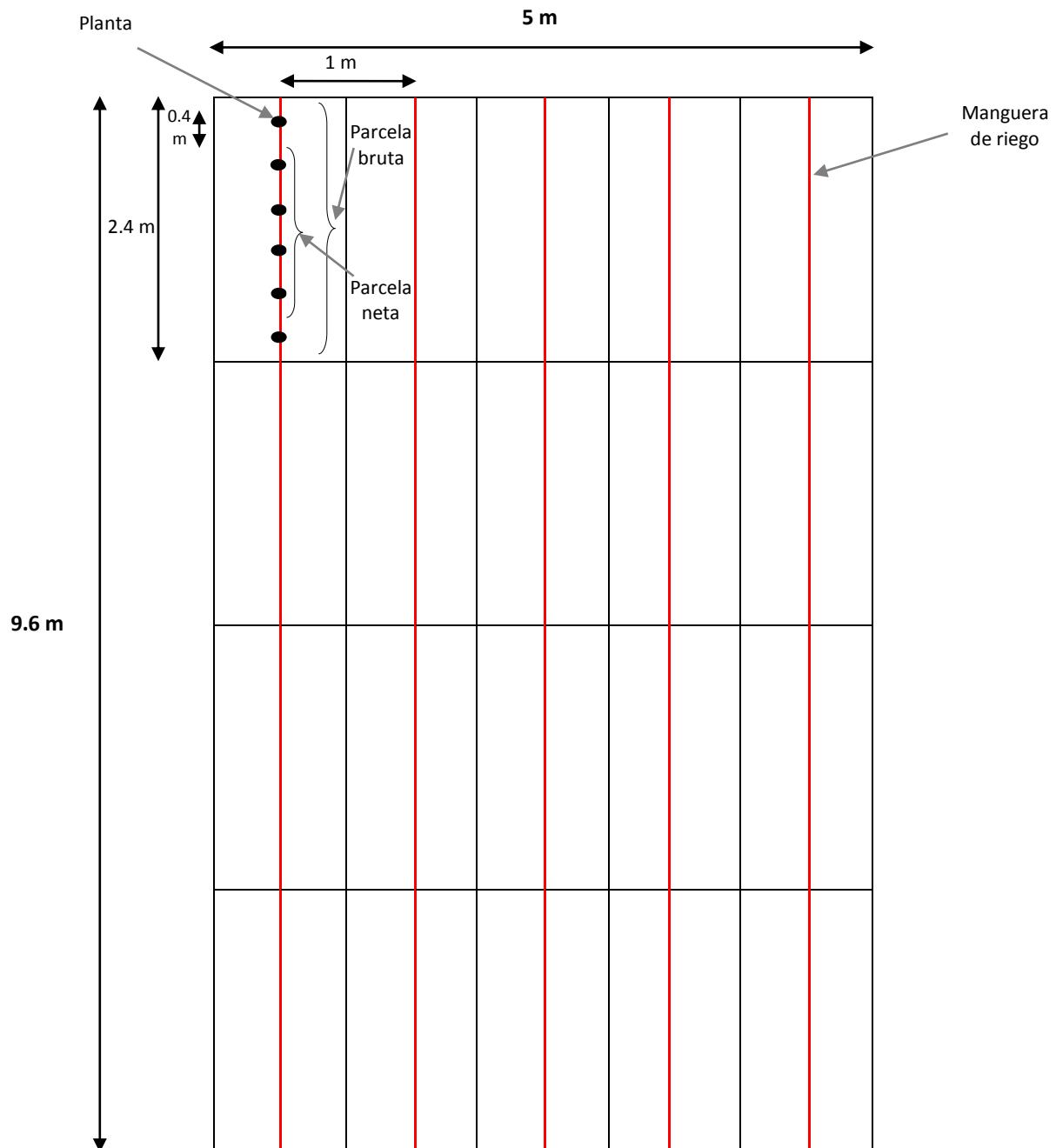
**Figura 13.** Cronograma de actividades realizadas para la evaluación de cinco híbridos de tomate. San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2016.

## **8. BIBLIOGRAFIA:**

1. AGREQUIMA (Asociación del Gremio Químico Agrícola, GT). 2011. Impacto social y económico del sector agrícola guatemalteco sobre la economía nacional. Guatemala. 117 p.
2. Díaz, B. 2002. Enfermedades del Tomate Observar, Identificar y Luchar. Limoges, Francia. IMPPA-AFIPA. 2005. pp 166-170.
3. CRONQUIST, A. 1986. Introducción a la botánica. Trad. M Ambrosio. 2 ed. México, Continental. Taxon 15, pp 129-134.
4. FASAGUA (Federación de Asociaciones Agrícolas de Guatemala). 2015. Precios monitoreados en central de mayoreo. Nuestro Campo. pp 13-14.
5. HOLDRIDGE, L. R. 1947. «Determination of World Plant Formations from Simple Climatic Data». Science Vol 105 No. 2727: 367-368.
6. ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, GT). 2011. Manual para el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero, recomendaciones técnicas para el cultivo de tomate, papa, frijol y haba bajo invernadero. Guatemala, ICTA. 2011.
7. INFOAGRO (Información Agrícola, ES). 2009. Cultivo de tomate (en línea). España, Editorial Agrícola Española, S.A. Consultado 26 mar. 2009. Disponible en <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate>.
8. INSIVUMEH (Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2010. Datos meteorológicos de la estación ICTA, Olintepeque, Quetzaltenango. Guatemala. Sin publicar.
9. Jaramillo J. 2007. Manual técnico: buenas prácticas agrícolas en la producción de tomate bajo condiciones protegidas. Colombia, CTP Print. 145 p.
10. Jaramillo J. Rodríguez V.P. Guzman M. Zapeta. M.A. 2006. El cultivo de tomate bajo invernadero. Rio Negro, Antioquia. Colombia. 352 p.
11. Mejicanos.J.A. 2007. Contribución de eficiencia de la producción de tomate bajo condiciones de ambiente protegido. Finca la Democracia Mataquescuintla, Santa Rosa, Tesis, ing. Agr. Guatemala. USAC.

12. Marroquin, J.C. 1998. Actualidad del tomate en Guatemala. Revista Agricultura 1. Nuestro campo. pp 55-58.
13. Mayorga S. A.I. 2004. Evaluación agronómica de ocho híbridos de tomate en dos localidades del municipio de Zacapa. Tesis. Ing. Agr. Guatemala. Centro Universitario de Oriente.
14. Mendoza, E. 2006. Manual técnico de cultivo de tomate en campo. Guatemala. Revista Fasagua. Nuestro campo. pp 13-16.
15. Nuñoz, R. 2007. Manual de producción de tomate rojo bajo condiciones de invernadero para el valle de Mexicalli, Baja California. México, Produce Fundación; GobBC Gobierno del Estado. 34 p. 13,14p.
16. Producción de hortalizas. 2006. produccion de hortalizas. (en linea). Guatemala. Consultado el 5 de marzo de 2015. Disponible: <http://html.producciondehortalizas.com/produccion-de-hortalizas-en-guatemala.html>.
17. Reyes H. M. 2001. Análisis económicos de experimentos agrícolas con presupuestos parciales, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 36 p.
18. Saguil M. A.A. 2013. Evaluación del comportamiento agronómico y rendimiento de seis híbridos de tomate bajo condiciones de casa malla en la aldea el amantillo, municipio de Ipala, Chiquimula. Tesis. Ing. Agr. Guatemala. Centro Universitario de Oriente.
19. SIMMONS, Ch., TARANO, J.M., PINTO J.H. 1959. Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala.
20. Villela R, J.D. 1993. El cultivo del tomate. Guatemala, MAGA.
21. Wereing, P. Patrick, J. 1975. Source-sink relations and partition of assimilates. In J. P. Cooper Celd, photosynthesis and productivity in differents environments. Cambridge Univ. Press. 481-499 p.

**9. ANEXO:**  
**CROQUIS DEL CULTIVO DE TOMATE**



.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	
2.4 Mts.	T1	T2	T3	T4	T5
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
2.4 Mts.	T2	T4	T1	T5	T3
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
2.4 Mts.	T3	T5	T2	T1	T4
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
2.4 Mts.	T5	T1	T3	T4	T2
5Mts.					

**Figura 15.** Descripción de la asignación de cada tratamiento en el campo experimental



Figura 16. Acolchado de tablón.



Figura 17. Sistema de riego.



Figura 18. Poda de Plantas.



Figura 19. Tutorado.



Figura 20. Peso de frutos de tomate.



Frutos 21. Frutos de tomate.



Figura 22. Frutos del híbrido Retana.



Figura 23. Frutos del híbrido Tolstoi.



Figura 24. Frutos cosechados de tomate.