

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

**EFFECTO DE CUATRO EDADES DE TRASPLANTE SOBRE EL RENDIMIENTO DE DOS
HÍBRIDOS COMERCIALES DE TOMATE BAJO INVERNADERO EN TAJUMULCO, SAN
MARCOS.**

TESIS DE GRADO

ROGER ISRAÉL VALIENTE VELÁSQUEZ
CARNET 16711-08

QUETZALTENANGO, AGOSTO DE 2018
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

**EFFECTO DE CUATRO EDADES DE TRASPLANTE SOBRE EL RENDIMIENTO DE DOS
HÍBRIDOS COMERCIALES DE TOMATE BAJO INVERNADERO EN TAJUMULCO, SAN
MARCOS.**

TESIS DE GRADO

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

POR

ROGER ISRAÉL VALIENTE VELÁSQUEZ

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA EN EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIADO

QUETZALTENANGO, AGOSTO DE 2018

CAMPUS DE QUETZALTENANGO

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN
ING. LEONEL ABRAHAM ESTEBAN MONTERROSO

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN
DR. LUIS FERNANDO ALDANA DE LEÓN
ING. FRANCISCO ESTUARDO MAYORGA PASTOR
LIC. JOSE ARMANDO DE LEÓN SANDOVAL

AUTORIDADES DEL CAMPUS DE QUETZALTENANGO

DIRECTOR DE CAMPUS:	P. MYNOR RODOLFO PINTO SOLIS, S.J.
SUBDIRECTORA ACADÉMICA:	MGTR. NIVIA DEL ROSARIO CALDERÓN
SUBDIRECTORA DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA:	MGTR. MAGALY MARIA SAENZ GUTIERREZ
SUBDIRECTOR ADMINISTRATIVO:	MGTR. ALBERTO AXT RODRÍGUEZ
SUBDIRECTOR DE GESTIÓN GENERAL:	MGTR. CÉSAR RICARDO BARRERA LÓPEZ

Quetzaltenango, abril de 2017

Honorable Consejo de
Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas
Universidad Rafael Landívar
Presente.

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago contar que he procedido a revisar el Informe de Final del Trabajo de Tesis del estudiante **Roger Israel Valiente Velásquez**, que se identifica con carné **1671108**, titulado: **EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CUATRO EDADES DE TRASPLANTE SOBRE EL RENDIMIENTO DE DOS HÍBRIDOS COMERCIALES DE TOMATE BAJO INVERNADERO EN TAJUMULCO, SAN MARCOS**, el cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad para ser aprobado, por lo que solicito a la Comisión su aprobación.

Atentamente,



Ing. Leonel Esteban Monterroso
Colegiado No. 1,509



Universidad
Rafael Landívar

Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06984-2018

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante ROGER ISRAÉL VALIENTE VELÁSQUEZ, Carnet 16711-08 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA, del Campus de Quetzaltenango, que consta en el Acta No. 06137-2018 de fecha 17 de agosto de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EFFECTO DE CUATRO EDADES DE TRASPLANTE SOBRE EL RENDIMIENTO DE DOS HÍBRIDOS COMERCIALES DE TOMATE BAJO INVERNADERO EN TAJUMÚLCO, SAN MARCOS.

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

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 23 días del mes de agosto del año 2018.



MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MONGUÍA, SECRETARIO
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar

Agradecimientos

A: Dios, Padre Todopoderoso por todas sus bendiciones y misericordia.

La Universidad Rafael Landívar y la Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por aportar a mi formación profesional.

Ing. Leonel Abraham Esteban Monterroso por asesorar, corregir y aportar a la elaboración de la presente tesis.

Ing. Marco Antonio Abac Yax por sus consejos y apoyo en la elaboración de la presente tesis.

Dedicatoria

- A Dios:** Por todas sus bendiciones y misericordia en mi vida.
- A mis Maestros:** Por aportar en mi formación académica.
- A mis Padres:** Sandra Marisol Velásquez y Edwin Evaristo Valiente Barrios por cuidarme, guiarme y proveer siempre los medios para lograr mis objetivos.
- A mis Hermanos:** Pablo Edwin, Leslie Melinda y Edwin Evaristo por el cariño y apoyo que me han brindado.
- A mi Esposa:** Suleima Tipáz por acompañarme y motivarme siempre a seguir hacia adelante.
- A mis Hijos:** Leandro Emmanuel y Estefany Abril, son el motivo de mi esfuerzo y de siempre seguir perseverando.
- A mi Familia:** Especialmente a mis abuelos maternos y paternos por su amor y apoyo, a mis tíos y primos.
- A mis Compañeros:** Por compartir momentos especiales durante nuestra formación académica en la Facultad.
- A mis Amigos:** Por ser un apoyo incondicional siempre.

Índice

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 EDADES DE TRANSPLANTE.....	3
2.1.1 Importancia de la preparación de semilleros.....	3
2.1.2 Ventajas de la preparación de semilleros en bandejas.....	4
2.1.3 Edades de trasplante en otros cultivos.....	6
2.2 EL CULTIVO DE TOMATE.....	7
2.2.1 Origen del cultivo de tomate.....	7
2.2.2 Descripción botánica.....	8
2.2.3 Clasificación botánica.....	11
2.2.4 Requerimientos edafoclimáticos.....	11
2.2.5 Generalidades de manejo del cultivo de tomate.....	12
2.2.6 Importancia económica y nutricional del tomate.....	16
2.3. INVESTIGACIONES RELACIONADAS AL TEMA.....	17
3. PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.....	20
4. OBJETIVOS.....	22
4.1 GENERAL.....	22
4.2 ESPECÍFICOS.....	22
5. HIPÓTESIS.....	23
5.1 HIPÓTESIS ALTERNA.....	23
6. METODOLOGÍA.....	24
6.1 LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO.....	24
6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL.....	24
6.2.1 Tomate híbrido Tolstoi F1.....	24
6.2.2 Tomate híbrido Tolimán F1.....	25

6.2.3	Edades de los pilones de tomate.....	25
6.3	FACTORES A ESTUDIAR.....	25
6.4	DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.....	25
6.5	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	26
6.6	MODELO ESTADÍSTICO.....	27
6.7	UNIDAD EXPERIMENTAL.....	27
6.8	CROQUIS DE CAMPO.....	29
6.9	MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	30
6.9.1	Adquisición de pilones.....	30
6.9.2	Preparación y limpieza del terreno.....	30
6.9.3	Trasplante.....	30
6.9.4	Fertilización.....	31
6.9.5	Control de malezas.....	31
6.9.6	Control de plagas y enfermedades.....	31
6.9.7	Poda.....	31
6.9.8	Tutoreo.....	32
6.9.9	Riego.....	32
6.9.10	Cosecha.....	32
6.10	VARIABLES DE RESPUESTA.....	33
6.10.1	Rendimiento de los híbridos.....	33
6.10.2	Días para la cosecha.....	33
6.10.3	Días de cosecha.....	33
6.10.4	Incidencia de enfermedades.....	33
6.11	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	34
6.11.1	Análisis estadístico.....	34
6.11.2	Análisis económico.....	34
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
7.1	RENDIMIENTO.....	35
7.2	DÍAS PARA LA COSECHA.....	38
7.3	DÍAS DE COSECHA.....	41

7.4	INCIDENCIA DE ENFERMEDADES.....	43
7.5	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	44
8.	CONCLUSIONES.....	46
9.	RECOMENDACIONES.....	48
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	49
11.	ANEXOS.....	53

ÍNDICE DE CUADROS

No.	Contenido	Página
Cuadro 1.	Principales plagas en el cultivo de tomate.....	15
Cuadro 2.	Principales enfermedades en el cultivo de tomate.....	16
Cuadro 3.	Valor nutricional del cultivo de tomate.....	17
Cuadro 4.	Descripción de los híbridos de tomate.....	26
Cuadro 5.	Descripción de las edades de trasplante de los híbridos de tomate.....	26
Cuadro 6.	Interacción entre los híbridos de tomate y las edades de trasplante.....	26
Cuadro 7.	Rendimiento del cultivo de tomate expresado en kg/ha de los tratamientos evaluados; Tajumulco, San Marcos, 2014.	35
Cuadro 8.	Análisis de varianza para la variable de rendimiento expresado en kg/ha, de los tratamientos evaluados; Tajumulco, San Marcos, 2014.....	36
Cuadro 9.	Tabla comparativa del rendimiento de los híbridos de tomate expresado en kg/ha; Tajumulco, San Marcos, 2014.....	37
Cuadro 10	Días para la cosecha del cultivo de tomate de los tratamientos evaluados; Tajumulco, San Marcos, 2014.....	38
Cuadro 11.	Análisis de varianza para la variable de días para la cosecha, de los tratamientos evaluados; Tajumulco, San Marcos, 2014.	38
Cuadro 12.	Comparación de medias para la variable de días para la cosecha según las edades de trasplante de los tratamientos evaluados; Tajumulco, San Marcos, 2014.....	40
Cuadro 13.	Días de cosecha del cultivo de tomate de los tratamientos evaluados; Tajumulco, San Marcos, 2014.....	41
Cuadro 14.	Análisis de varianza para la variable de días de cosecha, de los tratamientos evaluados; Tajumulco, San Marcos, 2014.	41

Cuadro 15.	Incidencia de enfermedades de raíz y tallo expresada en porcentaje de los tratamientos evaluados; Tajumulco, San Marcos, 2014.....	43
Cuadro 16.	Análisis de rentabilidad de los tratamientos evaluados; Tajumulco, San Marcos, 2014.....	44
Cuadro 17.	Resumen de resultados de las variables por tratamientos evaluados; Tajumulco, San Marcos, 2014.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

No.	Contenido	Página
Figura 1.	Descripción de la unidad experimental de las edades de trasplante de los híbridos de tomate; Tajumulco, San Marcos, 2014.....	28
Figura 2.	Distribución de los tratamientos en cada una de las unidades experimentales de las edades de trasplante de los híbridos de tomate; Tajumulco, San Marcos, 2014.....	29

EFFECTO DE CUATRO EDADES DE TRASPLANTE SOBRE EL RENDIMIENTO DE DOS HÍBRIDOS COMERCIALES DE TOMATE BAJO INVERNADERO EN TAJUMULCO, SAN MARCOS.

Resumen

El presente trabajo de investigación se realizó en el Caserío Chechán del municipio de Tajumulco, San Marcos, teniendo como finalidad la evaluación del efecto de cuatro edades de trasplante a campo definitivo (30, 40, 50 y 60 días), después de la siembra en semillero sobre el rendimiento en kg/ha, días para la cosecha, días de cosecha e incidencia de enfermedades en dos híbridos comerciales de tomate (Tolstoi F1 y Tolimán F1); manejados bajo condiciones de invernadero. Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo bifactorial en parcelas divididas, teniendo ocho tratamientos distribuidos en cuatro repeticiones. Como factor A se tomó a los híbridos de tomate, mientras que las edades de trasplante se tomaron como factor B y se le asignó la parcela pequeña por considerarse el factor más importante a evaluar. Se determinó que las edades de trasplante no presentaron diferencia en cuanto al aumento en el rendimiento de los híbridos, siendo estadísticamente iguales. El híbrido Tolimán F1 fue altamente superior en rendimiento al híbrido Tolstoi F1 teniendo una diferencia promedio de producción de 26,451 kg/ha. En cuanto a la incidencia de enfermedades, plantas trasplantadas con menor edad presentaron mayor daño en ambos híbridos, teniendo porcentajes de incidencia mayores al 10%. Los tratamientos del híbrido Tolimán F1 fueron superiores en cuanto al porcentaje de rentabilidad con respecto a los del híbrido Tolstoi F1, debido a las diferencias significativas en el rendimiento, siendo el tratamiento (Tolimán F1 + 40 días) el de mayor rentabilidad con un porcentaje de 94.

1. INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum*), es un cultivo que se ha adaptado a diversas regiones del país, debido a la diversidad de variedades e híbridos disponibles en el mercado y a las mejoras genéticas de estos, reportando altos rendimientos y utilidades a productores en la mayoría de departamentos del país. Por su adaptabilidad y su versatilidad en el manejo, actualmente se cultiva en diferentes regiones, altitudes, climas y bajo diferentes condiciones de manejo; por ejemplo en clima frío se maneja bajo condiciones protegidas (invernaderos, macrotúneles, casa maya, etc.), mientras que en climas cálidos puede manejarse bajo condiciones protegidas y a campo abierto.

El cultivo de tomate representa una alternativa de producción rentable para pequeños agricultores del altiplano del departamento de San Marcos, especialmente manejado en condiciones protegidas; bajo las cuales presenta adaptabilidad al clima de la región y rendimientos aceptables. Este cultivo representa una fuente de ingresos económicos para los productores junto a otras hortalizas como la papa y el haba; la mayoría de la producción se destina para la venta en fresco en mercados locales, y tiene alta demanda debido a que es uno de los alimentos de uso generalizado en la mayoría de comidas y parte de la dieta alimenticia de la población.

En las comunidades de la parte alta del municipio de Tajumulco, el cultivo presenta adecuada adaptación y rendimientos aceptables, al ser manejado bajo condiciones protegidas, especialmente en invernaderos. Durante los últimos años se ha tenido incremento en el área de producción debido al apoyo técnico y económico que instituciones como Caritas y CARE han dado a los productores para la construcción de invernaderos o por emprendimientos particulares. Las estructuras con que cuentan los productores van desde 60 m² hasta 250 m², bajo estas condiciones se produce tomate tipo pera o de cocina ya que es el más requerido por el mercado local.

Los productores trabajan el cultivo mediante la compra de pilones para trasplante a campo definitivo con edades de 30 a 35 días según la variedad o híbrido, presentándose algunos problemas en cuanto al manejo después del trasplante, principalmente con enfermedades o daño mecánico, lo cual repercute en el rendimiento comercial del cultivo.

Investigaciones realizadas para determinar la edad ideal de trasplante en los cultivos de brócoli y chile pimiento han mostrado diferencias en los rendimientos, de acuerdo a los rangos de edad del pilón al momento de establecerlo en campo definitivo. Pilones de mayor edad al momento del trasplante presentan mayor desarrollo radicular, mayor número de hojas verdaderas y mayor altura a comparación con pilones de menor edad; teniendo como resultado minimizar problemas posteriores al trasplante como el porcentaje de pegue, problemas con plagas y enfermedades principalmente. Con la ejecución de la presente investigación se buscó determinar el efecto de plantas de mayor edad al momento del trasplante a campo definitivo sobre el rendimiento de dos híbridos comerciales de tomate y la minimización de problemas con trasplante de plantas más jóvenes.

Por esta razón se evaluó el efecto de cuatro edades de trasplante de pilones de tomate sobre el rendimiento de dos híbridos comerciales, manejando los pilones de mayor edad en bolsas para que continuarán su desarrollo antes de establecerlos en campo definitivo. El experimento se desarrolló bajo condiciones de invernadero en el Caserío Chechán del municipio de Tajumulco, San Marcos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 EDADES DE TRANSPLANTE

2.1.1 Importancia de la preparación de semilleros

En la producción de hortalizas existe la tendencia a adquirir las plántulas con productores especializados en propagación, con un costo muy similar al que tendría el cultivador si produjera sus propios semilleros, con la diferencia que tendría que adecuar una infraestructura para ello.

En el caso de producir las plántulas, es importante recordar que el semillero es el lugar de inicio de la vida productiva y reproductiva de una planta. El semillero se debe realizar en recipientes (vasos, bandejas, tubetes) debidamente adecuados para depositar las semillas y poder brindarles las condiciones óptimas de luz, temperatura, fertilidad y humedad, a fin de obtener la mejor emergencia durante sus primeros estados de desarrollo, hasta el trasplante al campo. La producción de plántulas es un procedimiento de vital importancia para lograr éxito en el cultivo, ya que el futuro de la planta, su crecimiento y producción de fruto es afectado por la calidad de la planta que se lleve a campo (FAO, 2012).

Como en los semilleros viven plantas jóvenes, cuyos tejidos tiernos efectúan una gran actividad fotosintética y son muy sensibles a los cambios bruscos de temperatura y humedad, deben estar ubicados donde se les puedan brindar los máximos cuidados, ya que las plántulas crecen con rapidez y cualquier alteración de las condiciones ambientales puede incidir en su desarrollo. Por lo tanto, lo más conveniente es ubicar el semillero bajo una cobertura plástica o invernadero, donde sea posible controlar los cambios de temperatura, la humedad relativa, el agua de lluvia, las plagas, las enfermedades y la entrada de animales; debe estar cerca a fuentes de agua, debido a que las semillas y plántulas requieren riegos cortos, pero frecuentes, realizados preferiblemente por aspersión (FAO, 2012).

La zona de los semilleros debe ser iluminada y libre de sombras, no debe estar cerca o debajo de árboles que impidan la entrada de la luz y que ocasionen daños por descargas fuertes de agua. Así mismo, hay que protegerlos de vientos fuertes que puedan perjudicar las plántulas, tumbándolas, torciéndolas o hiriéndolas con polvo o arenilla. El viento (excesivamente seco) puede producir daños importantes por intensificar la transpiración hasta el extremo de producir quemaduras o marchitamiento (FAO, 2012).

2.1.2 Ventajas de la preparación de semilleros en bandejas

a. Ahorro de semillas

En un semillero tradicional se requiere utilizar aproximadamente un 30% más de semilla de la que se va a sembrar en campo para obviar las pérdidas causadas por mala germinación y calidad de las plántulas (FAO, 2012).

b. Mejor planificación de siembras

Conociendo la cantidad exacta de semillas a sembrar y de plántulas a trasplantar, permite una mayor planificación de las siembras en campo (FAO, 2012).

c. Desarrollo uniforme

Debido a que la densidad de siembra es constante, se obtiene un desarrollo uniforme de la plántula para su siembra en el campo. Generalmente cada plántula recibe la misma cantidad de tierra, agua, luz y nutrientes y su raíz sólo puede crecer hasta el final del recipiente (FAO, 2012).

d. Calidad de plántulas

Cada planta puede alcanzar un excelente desarrollo de raíces principales y secundarias ya que cada una tiene su propio espacio de crecimiento sin necesidad de estar compitiendo con las demás (FAO, 2012).

e. Desarrollo radicular dirigido

Las bandejas permiten un excelente desarrollo radicular con bastantes raicillas secundarias sin espirulamiento. Las raíces, al chocar con las paredes de la bandeja, se dirigen hacia abajo siguiendo paralelamente la pared hasta el fondo de la bandeja. Este comportamiento de la raíz evita que la plántula se ahorque entre sus raíces. Esta raíz con desarrollo vertical, sujeta y ancla muy bien la plántula al trasplantarse a campo (FAO, 2012).

f. Poda natural de raíces y control de malezas

Al colocar los semilleros sobre una cama o tarima, se evita que los recipientes o bandejas toquen el suelo y las raíces se peguen a él; al no encontrar suelo las raíces sufren una poda natural y se concentran en el interior de la bandeja. Así mismo, se tiene un excelente drenaje de la bandeja cuando está levantada. De esta manera, se tiene disponibilidad permanente del material de siembra y se incrementa la vida útil de las plántulas, las cuales pueden permanecer almacenadas en los semilleros por un periodo prolongado hasta el momento indicado del trasplante. Por otro lado, la presencia de malezas en la bandeja es menor, siempre y cuando el sustrato esté bien desinfectado. Las plántulas producidas son de tallos más gruesos y fuertes, hojas frondosas y de mayor tamaño y, por ende, menos propensas al ataque de enfermedades y plagas (FAO, 2012).

g. Ahorro de área de vivero

Con la utilización de bandejas se emplea menos área de vivero y se reducen los costos de riego, porque las plántulas se organizan más fácilmente en los surcos y caben más por metro cuadrado (FAO, 2012).

h. Ahorro de sustrato

La cantidad de sustrato para llenar las bandejas es muy inferior comparado con el requerido en los semilleros tradicionales. Igualmente, la cantidad de sustrato que hay que desinfectar es menor. El llenado es fácil y rápido por su diseño compacto y rígido (FAO, 2012).

i. Fácil remoción

Por su diseño, es muy fácil extraer la plántula al momento del trasplante o siembra final, sin destrucción de raíces, lo que disminuye el porcentaje de mortalidad de plantas en el campo (FAO, 2012).

j. Higiénicos y esterilizables

Las bandejas pueden ser desinfectadas con una solución diluida de hipoclorito de sodio o yodo agrícola al 5% para evitar el contagio de hongos y bacterias (FAO 2012).

2.1.3 Edades de trasplante en otros cultivos

La tecnología del trasplante se ha impuesto en los últimos veinte años en la producción comercial de hortalizas. Entre los cultivos hortícolas más comunes trabajados con esta técnica están, el tomate, chiles, crucíferas, lechuga y cebolla los cuales se producen en mayor volumen. Las ventajas del trasplante sobre la siembra directa incluyen el menor costo y uso de semillas, uso de especie con dificultad de germinación, uniformidad en el crecimiento, floración temprana y precocidad en la producción. La principal desventaja del trasplante es su alto costo de producción en el invernadero y establecimiento en el campo (Montaño-Mata, Nuñez, 2003).

Un pilón de calidad se distingue por presentar tallos vigorosos, de una altura de 0.07 a 0.12 m, ausente o mínima clorosis, buen desarrollo radicular, y libre de plagas y enfermedades. El establecimiento del pilón en campo definitivo depende de un desarrollo adecuado del sistema radicular y sus componentes morfológicos, los cuales son diferentes comparados con plantas establecidas vía siembra directa. Una vez trasplantado el pilón, debe tolerar los efectos del medio ambiente y continuar su crecimiento para obtener el rendimiento óptimo (Montaño-Mata, Nuñez, 2003). La edad de trasplante "ideal" para las hortalizas no ha sido abordada por los investigadores por décadas. Estudios realizados en brócoli y chile pimiento que demuestran diferencias en los rendimientos comerciales de estos cultivos con edades de trasplante que van en un rango de edad de 2 a 13 semanas (Montaño-Mata, Nuñez, 2003).

El tiempo que las plántulas deben permanecer en el semillero depende del cultivo, pero generalmente duran de 21 a 42 días. Las hortalizas de crecimiento lento y cuyas semillas sean de precio muy elevado, deben trasplantarse al campo definitivo de siembra a los 20 a 30 días después de la siembra en el semillero. El trasplante debe realizarse cuando la plántula tenga de 30 a 45 días en el semillero. En un ensayo realizado en chile pimiento (*Capsicum annuum*), para determinar la edad ideal de trasplante, se encontró que las plántulas que permanecieron en el semillero de 21 a 28 días tuvieron mayor producción que aquellas trasplantadas a los 35 a 49 días después de la germinación en el semillero. En un ensayo con chile pimiento, las plántulas de 27 días edad produjeron rendimiento de 16,230 kg/ha. El estudio señala que las mejores plántulas para el trasplante son aquellas que tienen una altura de 0.12 a 0.25 m (Montaño-Mata, Nuñez, 2003).

Además de la altura se debe tomar en cuenta el número de hojas y realizar el trasplante cuando las plántulas tengan 8 hojas. Lo "ideal" para trasplantar es que tengan 4 a 5 hojas definitivas y 0.10 a 0.12 m de altura, tallos gruesos y firmes, sin un desarrollo vegetativo exuberante. Los trasplantes son realizados cuando las plántulas presentan 6 a 8 hojas definitivas, con 0.10 a 0.15 m de altura, esto ocurre aproximadamente a los 30 a 45 días en chile pimiento y 50 a 60 días en la mayoría de las especies del género *Capsicum* (Montaño-Mata, Nuñez, 2003). Otro estudio señala que plántulas de chile dulce (*Capsicum chinensis*), trasplantadas con 35 a 42 días de edad, presentan crecimiento más rápido y mayor producción que aquellas trasplantadas con 49 días. Se recomienda que las plántulas tengan una altura de 0.10 m y de 4 a 5 hojas al momento del trasplante.

2.2 EL CULTIVO DE TOMATE

2.2.1 Origen del cultivo de tomate

El origen del género *Solanum* se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile. En estas áreas crecen espontáneamente las diversas especies del género. El género comprende nueve especies, ocho de las cuales

se han mantenido entre los límites de su lugar de origen. Una sola especie *Solanum esculentum* bajo su forma silvestre *S. ceraciforme*, fue llevada hacia América central por los indígenas en forma de maleza. Fue en México donde se domesticó porque crecía como mala hierba entre los huertos. Durante el siglo XVI se consumían en México tomates de distintas formas, tamaños y colores (rojos y amarillos). A Europa fue llevado por los españoles. Los españoles y portugueses difundieron el tomate a Oriente Medio y África y de allí a otros países asiáticos, y de Europa se difundió a Estados Unidos y Canadá (Despreste y Gómez, 1999).

2.2.2 Descripción botánica

a. Raíz

El sistema radicular consiste en una raíz principal de la que salen raíces laterales y fibrosas, formando un conjunto que puede tener un radio hasta de 1.5 metros. En el cultivo, sin embargo, las labores de trasplante destruyen la raíz principal y lo más común es que presente una masa irregular de raíces fibrosas. Es muy frecuente la formación de raíces adventicias en los nudos inferiores de las ramas principales (Villeda, 1993).

b. Tallo

El tallo es herbáceo, aunque tiende a lignificarse en las plantas viejas. El tallo principal tiene un grosor que oscila entre 0.02 a 0.04 m en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpoidal) e inflorescencias. Al inicio del desarrollo es erecto, posteriormente se inclina por el peso de los frutos por lo que resulta necesario tutorarlo. Llega a medir hasta 2.5 m (Villeda, 1993).

c. Hábitos de crecimiento determinado e indeterminado

Entre los diversos tipos de plantas de tomate hay cultivares de porte erecto o rastrero, a menudo reducido a un solo tallo. El eje central de la planta y sus ramas son de crecimiento monopodial y llevan en el ápice una yema vegetativa, de modo que crecen indeterminadamente. En el tallo y ramas, de las yemas axiales brotan hojas e inflorescencias; lo normal es que entre dos inflorescencias haya generalmente tres

hojas. En algunos casos una rama florífera se continúa en el ápice y forma hojas. Una forma de crecimiento distinta a la anterior se debe a un gene recesivo que afecta el crecimiento del tallo y las ramas al emitir una inflorescencia terminal, dando por resultado el crecimiento determinado. Puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinados) y de crecimiento ilimitado (indeterminados) (Villeda, 1993).

d. Hojas

La hoja es compuesta e imparapinada, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en un número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo. La forma de las hojas es muy variable y depende en gran parte de las condiciones ambientales. La lámina está dividida en pares de segmentos o foliolos, de diferente tamaño. Con frecuencia entre dos pares de foliolos grandes hay de uno a tres pares más pequeños, en todos ellos los bordes son muy recortados. En las hojas como en los tallos jóvenes, hay abundante pubescencia. Los pelos pueden ser largos y agudos o terminados en forma acotada (Edmon, 1985).

e. Inflorescencia

La inflorescencia más corriente es una cima racimosa, generalmente simple en la parte inferior de la planta y más ramificada en la superior. Las flores tienen un pedúnculo corto y curvo hacia abajo, por lo que asumen una posición pendular, el pedúnculo presenta un engrosamiento en el centro, que corresponde a la superficie de abscisión y es muy corriente en esta especie que un gran número de flores caiga prematuramente. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimo, que surgen de las axilas de las hojas. Es perfecta, regular e hipogina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuestos de forma helicoidal. En plantas de crecimiento indeterminado, el tallo crece regularmente y la planta emite una inflorescencia cada 3 hojas. Las de crecimiento determinado, por el contrario, cuando aparecen entre 2 y 6 inflorescencias, detienen el desarrollo del tallo y desarrollan una inflorescencia a partir de la yema apical (EDIFARM, 2003).

f. Polinización

Las flores se desarrollan en racimo y se abren simultáneamente. En una misma rama hay siempre botones, flores y frutos. La antéesis ocurre por lo común en las mañanas y 24 horas después se inicia la salida del polen. Este aparece en el lado interno de las anteras y, por la posición pendiente de la flor, cae directamente sobre la superficie de los estigmas. La autopolinización es lo más frecuente en los tomates cultivados. La polinización cruzada debido a insectos ocurre en un cinco por ciento (León, 1987).

g. Fruto

El fruto es una baya de forma muy variada que puede llegar a alcanzar un peso de hasta 600 gramos. En los principales cultivos comerciales es de forma ovalada (aplanada) con rebordes longitudinales o lisa; hay también elipsoidales y piriformes. En los tomates silvestres predominan los frutos esféricos. El número de lóculos en los frutos de los tomates silvestres es de dos. En los cultivares comerciales, seleccionados por el mayor número de tabiques y su grosor, es corriente encontrar de 5 a 10 celdas. La epidermis es una capa de células de paredes externas engrosadas por la cutícula (EDIFARM, 2003). Es frecuente a presencia de pelos o glándulas que desaparecen conforme madura el fruto. Debajo del pericarpio hay tres o cuatro estratos de colénquima que junto con la epidermis forma una cáscara fina y resistente. En ellas hay pigmento amarillo o rojos, según la variedad. El resto del fruto se forma de parénquima cargado de pigmentos rojos y amarillos que aparecen como cristales suspendidos en el líquido que rellena las células. Las paredes de las células son también de parénquima, interrumpido por cordones aislados de haces vasculares. Los tejidos de la placenta, sobre los que están las semillas, contienen una mayor cantidad de haces, lo que les da un color más claro. Las capas de células que rodean las semillas se disuelven en la madurez, formando una masa gelatinosa rica en granos de almidón. Las semillas, planas y ovaladas, miden de 2 a 5 milímetros de largo y están cubiertas de pelos finos, el embrión que ocupa la mayor parte se encuentra arrollado cerca de la superficie (Edmon, 1985).

2.2.3 Clasificación botánica

Reino:	Vegetal
Sub-reino:	Viridaeplantae
División:	Tracheophyta
Sub-división:	Spermatophytina
Clase:	Magnoliopsida
Super-orden:	Asteranae
Orden:	Solanales
Familia:	Solanaceae
Género:	<i>Solanum</i>
Especie:	<i>S. lycopersicum</i> L.
Nombre común:	Tomate (ITIS, 2012)

2.2.4 Requerimientos edafoclimáticos

El manejo de los factores climáticos debe de hacerse de forma conjunta para el funcionamiento adecuado del cultivo. Todos los factores que se describirán a continuación se relacionan estrechamente entre sí y la actuación sobre uno de éstos incide sobre el resto.

a. Temperatura

La temperatura del aire es el principal componente del ambiente que influye en el crecimiento vegetativo, desarrollo de racimos florales, el cuaje de frutos, desarrollo de frutos, maduración de los frutos y la calidad de los frutos. Los rangos para un desarrollo óptimo del cultivo oscilan entre los 28-30 °C durante el día y 15-18 °C durante la noche. Temperaturas de más de 35 °C y menos de 10 °C durante la floración provocan caída de flor y limitan el cuajado del fruto, aunque puede haber diferencias entre cultivares, ya que las casas productoras de semillas, año con año, mejoran estos aspectos a nivel genético, por lo que hoy en día podemos encontrar variedades que cuajan perfectamente a temperaturas altas (Corpeño, 2004).

b. Humedad

La humedad relativa óptima oscila entre el rango de 60 a 80%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando algunas flores. El rajado del fruto también puede deberse a un exceso de humedad edáfica o riego abundante tras un período de estrés hídrico. También una humedad relativa baja dificulta la fijación de polen al estigma de la flor (FASAGUA, 2006).

c. Luminosidad

Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración, fecundación y desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos durante el período vegetativo resulta crucial la interrelación entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad (FASAGUA, 2006).

d. Suelo

Las plantas en su ambiente natural tienen que vivir, sin casi ninguna excepción en asociación con el suelo, una asociación conocida como relación suelo-planta. El suelo provee cuatro necesidades básicas de las plantas: agua, nutrientes, oxígeno y soporte. Se considera que un suelo ideal debe de tener las siguientes condiciones: 45% de minerales, 5% de materia orgánica, 25% de agua y 25% de aire o espacio poroso. El tipo y la cantidad relativa de minerales, más los constituyentes orgánicos del suelo, determinan las propiedades químicas del suelo. Los suelos aptos para cultivar tomate son los de media a mucha fertilidad, profundos y bien drenados, pudiendo ser franco-arenosos, arcillo-arenosos y orgánicos. El pH del suelo tiene que estar dentro de un rango de 5.9-6.5, para tener el mejor aprovechamiento de los fertilizantes que se apliquen (Corpeño, 2004).

2.2.5 Generalidades de manejo del cultivo de tomate

a. Preparación del terreno y trasplante

Para evitar focos de infección por patógenos y plagas es importante retirar del terreno de siembra los residuos de cosechas anteriores. Se debe arar a una profundidad de 30

cm, que es donde se desarrolla la mayoría de raíces de la planta. Para el trasplante y siembra definitiva se puede emplear el método de hilera simple o única, dejando espacios de 0.90 a 1.50 m entre surcos, o el método de hilera doble, en que se plantan dos posturas separadas 0.60 m entre sí y se dejan 1.20 a 1.50 m entre surcos. Es preferible regar el suelo desde un día antes y realizar el trasplante en las horas más frescas de la tarde. La raíz deberá quedar recta al momento de la siembra, sin bolsas de aire. Una vez concluida la siembra, deberá regar de nuevo el suelo (DISAGRO, 2004).

b. Control de malezas

Para el control de malezas pueden utilizarse métodos físicos mediante la colocación de mulch en los camellones de siembra y la eliminación manual de malezas para evitar la competencia por nutrientes, agua, espacio y luz con el cultivo o métodos químicos utilizando herbicidas (DISAGRO, 2004).

c. Fertilización

En Guatemala existe gran variabilidad en los requerimientos de fertilización del tomate, particularmente por la diversidad de suelos y microclimas en las zonas aptas para este cultivo y por la variabilidad en el rendimiento. La cantidad de elementos que el tomate extrae del suelo para obtener un rendimiento promedio de 52,556 kg/ha es de: Nitrógeno 300 kg/ha; fósforo (como P_2O_5) 120 kg/ha; potasio (como K_2O) 450 kg/ha; magnesio (Como MgO) 25 kg/ha; azufre 40 kg/ha; calcio 40 kg/ha; boro (Como B_2O_3) 10 kg/ha; y microelementos 10 kg/ha. (DISAGRO, 2004).

d. Riego

En tomate, se sabe que la capa del suelo comprendida en los primeros 0.40 m de profundidad deben contar con buena humedad, sin llegar a la saturación. También es conocido que los suelos arenosos requieren una mayor frecuencia de riego. El clima modifica grandemente las necesidades de riego del cultivo, por lo que los volúmenes específicos de irrigación son fijados por cada agricultor, basándose en su experiencia y la etapa fenológica del cultivo. Existen etapas del cultivo en los cuales la humedad es

crítica, siendo estas: durante y después del trasplante, durante el crecimiento vegetativo, en la floración y en la formación de frutos (DISAGRO, 2004).

e. Tutoreo

Con el tutoreo o tutorado se persigue dirigir el crecimiento de la planta y evitar el daño a los frutos y follaje. Normalmente en plantaciones a campo abierto se usan estacas de madera, bambú u otro material disponible en la región, que sobresalen de 1.25 a 1.50 m sobre el suelo, sembradas inmediatamente después del trasplante. Cuando la planta alcanza los primeros 0.20 a 0.25 m se tiende la primera hilera de guías de rafia (cinta plástica); se emplean otras hileras de rafia cada 0.20 a 0.25 m el espaciamiento recomendado entre estacas es de 1.75 m; la distancia entre hileras de estacas quedará determinada por la distancia entre surcos y el tipo de siembra realizada (DISAGRO, 2004). En plantaciones manejadas bajo condiciones protegidas se recomienda usar el sistema de tutorado tipo holandés donde los tallos dejados a partir de la poda de formación se sujetan a un emparrillado con un hilo vertical que se va liando a la planta conforme va creciendo.

f. Poda

La poda es una práctica esencial a lo largo de todo el ciclo y consiste en la eliminación de los brotes o chupones que salgan de las axilas de las hojas del tallo, esto evita pérdidas de nutrientes, excesos de follaje y nos ofrece frutos de máximo calibre y excelente calidad. En las variedades de crecimiento indeterminado durante la poda hay que tener cuidado de no cortar el brote apical que contiene el punto de crecimiento. Al cosechar se realizan podas eliminando las hojas inferiores al racimo cosechado podando también las hojas hasta el racimo siguiente, dejando dos hojas inmediatamente debajo del racimo, permitiendo una mayor circulación del aire y e acomodamiento del tallo a lo largo del surco al ir bajando el hilo rafia para la cosecha de frutos (Nuño, 2007) .

g. Principales plagas y enfermedades

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.), es una hortaliza de gran demanda en el mercado nacional e internacional, forma parte de la dieta alimenticia de la población mundial; sin embargo, su cultivo presenta problemas de ataque de diversas plagas y enfermedades,

principalmente de insectos como: mosca blanca (*Bemisia* spp; *Trialeurodes vaporariorum* West.). Thrips (*Frankliniella* spp) y áfidos (*Myzus persicae* Sulz., y *Aphis* spp.), que transmiten diversas virosis, ocasionando grandes pérdidas en la producción de este cultivo. (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA-, 2015).

Entre las enfermedades causadas por factores parasitarios se encuentran las enfermedades de mayor importancia económica, causadas por hongos, bacterias, virus, fitoplasmas y nemátodos. Las enfermedades no parasitarias, llamadas también abióticas, se deben a condiciones críticas de humedad, sequía, temperatura, nutrimentos y fitotoxicidad. A todos esos cambios en la forma normal de la planta se le llaman síntomas. En el caso del tomate, se tiene menor producción por hectárea o frutos de menor calidad (menor tamaño, manchado, con maduración incompleta, etc.). (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA-, 2015).

Cuadro 1. Principales plagas en el cultivo de tomate.

Tipo de plaga	Insectos	Ácaros	Nemátodos
	Áfidos/Pulgones (<i>Aphis</i> sp)	Ácaro blanco (<i>Polyphagotar sonemuslatus</i>)	Nemátodos de la raíz (<i>Meloidogyne</i> spp)
Chupadores	Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	Araña roja (<i>Tetranychus</i> spp)	Nemátodos lesionadores (<i>Pratylenchus</i> spp)
	Paratrioza (<i>Bactericera cockerelli</i>)		Nemátodo de tallos o bulbos (<i>Ditylenchus dipsaci</i>)
	Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>)		Nemátodo del quiste (<i>Heterodera schachtii</i>)
Masticadores	Oruga (<i>Helicoverpa</i> spp)		
	Gusanos (<i>Tuta absoluta</i>)		
Minadores	Minador de la hoja (<i>Liriomiza</i> spp)		

FUENTE: INFOAGRO, 2004.

Cuadro 2. Principales enfermedades en el cultivo de tomate.

Bacterianas	Fungosas	Virales
Cáncer bacteriano (<i>Clavibacter michiganensis</i>)	Antracnosis (<i>Colletotrichum</i> spp)	TMV
Mancha bacteriana (<i>Xanthomonas campestris</i>)	Cáncer del tallo/ tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>)	ToMV
Mancha negra del tomate (<i>Pseudomonas syringae</i>)	Cenicilla (<i>Oidium</i> spp)	TYLCV
Marchitez bacteriana (<i>Ralstonia solanacearum</i>)	Pata seca (<i>Fusarium oxysporum</i>)	TSWV
	Mancha gris de la hoja (<i>Stemphylium</i> spp)	CMV
	Moho gris	PVY
	Moho blanco (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>)	TBSV
	Tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>)	
	Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	
	Marchitez (<i>Verticilium</i> spp)	

FUENTE: INFOAGRO, 2004.

2.2.6 Importancia económica y nutricional del tomate

El tomate es la hortaliza más difundida en el mundo y la de mayor valor económico, siendo China el principal productor (Agronegocios, 2009). En Guatemala se siembran aproximadamente 13,286 hectáreas (ha) de tomate al año en campo abierto, en los departamentos de El progreso, Jutiapa, Guatemala, Chiquimula, Sacatepéquez y Baja Verapaz, bajo invernadero para exportación se siembran alrededor de 80 ha (ANAPI, 2011).

El valor nutritivo del fruto de tomate es muy elevado, ocupando el lugar 16 en cuanto a concentración relativa de un grupo de 10 vitaminas y minerales (Tello, Cuarteto y Segura, 2001). El tomate es una rica fuente de vitaminas A, B1, B2, B6, C y E, y de minerales como fósforo, potasio, magnesio, manganeso, zinc, cobre, sodio, hierro y calcio. Tiene un importante valor nutricional ya que incluye proteínas, hidratos de carbono, fibra, ácido fólico, ácido tartárico, ácido succínico y ácido salicílico. El tomate es rico en licopeno, pigmento que le proporciona su característico color rojo. La diferencia es que el tomate tiene mayor proporción de este pigmento, hasta el punto de que proporciona el 90% del necesario para el organismo (Vallejo, 2004)

Cuadro 3. Valor nutricional del cultivo de tomate.

Valor nutricional del tomate por 100 g de sustancia comestible	
Residuos (%)	6.0
Materia seca (g)	6.2
Energía (kcal)	20.0
Proteínas (g)	1.2
Fibra (g)	0.7
Calcio (mg)	7.0
Hierro (mg)	0.6
Riboflavina (mg)	0.04
Niacina (mg)	0.6
Vitamina C (mg)	23
Caroteno (mg)	0.5
Tiamina (mg)	0.06
Valor Nutricional Medio (VNM)	2.39
VNM por 100 g de materia seca	32.25

(Vallejo, 2004)

2.3. INVESTIGACIONES RELACIONADAS AL TEMA

Dufault (1998) citado por Galindo Reyes, M.A; Reveles Hernández, M; Baltazar Brenes, E y Macías Valdez (2011) en su investigación titulada: Adelanto de cosecha e

incremento de rendimiento en chile tipo “ancho” mediante trasplante de plántulas de edad avanzada mencionan que la plántula de chile tradicional se trasplanta cuando alcanza entre 30 y 60 días después de la siembra y una edad fisiológica entre cuatro y seis hojas verdaderas. Además, se requiere que dicha plántula sea vigorosa, presente crecimiento activo y tenga una altura entre 0.10 y 0.15 m. En cambio, en la plántula de edad avanzada, el requisito principal es tener más de seis hojas verdaderas expandidas, sin la presencia de flores abiertas y de frutos, deben de contar con una altura entre 0.15 y 0.20 m, ser vigorosas, con buen desarrollo radical y sobre todo con una gran cantidad de reservas, para continuar el crecimiento inmediatamente después del trasplante. La plántula de edad avanzada afecta el desarrollo del cultivo en campo, el rendimiento y la calidad de fruto. Cuando se trasplantan plántulas muy jóvenes el estrés por esta práctica es mínimo; en cambio, cuando se emplean plántulas con edad avanzada, pueden sufrir más estrés, pero presentan una etapa fisiológica en la cual el crecimiento generativo predomina sobre el crecimiento vegetativo. Por ello, la floración prematura en las plántulas con edad avanzada provoca formación y maduración de frutos más rápido, aunque puede haber rendimientos más bajos debido a que las plantas quedarán de menor tamaño (Galindo Reyes, M.A; Reveles Hernández, M; Baltazar Brenes, E y Macías Valdez, 2011).

Schrader (2000), Naz y colaboradores (2006) citados por Galindo Reyes, *et al* (2011) evaluaron plántulas de chile de 40, 50, 60, 70 y 80 días de edad al momento del trasplante y encontraron que las plántulas de 80 días florecieron a los 32 días después del trasplante; en cambio, las plántulas de 40 días, florecieron a los 60 días; es decir, la floración se adelantó un mes. En el caso del rendimiento, Montaña-Mata y Núñez (2003) trabajaron con plántulas de pimiento de 35, 40, 45 y 50 días de edad y determinaron que las plántulas entre 40 y 50 días produjeron el rendimiento más alto pero con frutos más pequeños. Galindo-Reyes *et al* (2004) citados por Galindo Reyes, *et al* (2011) en un experimento en chile tipo “Mirasol” observaron que el trasplante de plántulas con 15 hojas produjeron mayor rendimiento por planta y calidad de fruto, y tuvieron un adelanto significativo de 21 días en la cosecha comparado con plántulas de 12 hojas. Odebode y Shehu (2001), citados por Galindo Reyes, *et al* (2011)

demonstraron que otra ventaja del uso de la plántula de edad avanzada es que reduce significativamente la incidencia y la severidad de la pudrición de raíz causada por (*Phytophthora capsici* Leo), ya plantas con cuatro semanas de edad presentaron 81% pudrición de raíz y plantas con 12 semanas de edad sólo mostraron 5%.

Nelson, J; Montaña, M, (2,000) en su investigación titulada: Efecto de la edad de trasplante sobre el rendimiento de tres selecciones de ají dulce (*Capsicum chinense* Jacq), evaluaron el efecto de cuatro edades de trasplante 35, 40, 45 y 50 días en tres selecciones de ají dulce UDO A-7, UDO A-8 y UDO A-16; sobre el rendimiento de frutos. El diseño estadístico utilizado fue el de bloques completos al azar con doce tratamientos en arreglo factorial (4*3) y tres repeticiones. La mejor edad de trasplante para el rendimiento de frutos fue cuando las plántulas permanecieron en el semillero por 45 días con la selección UDO A-16 con (17,864 t/ha). La selección UDO A-7 alcanzó sus máximos rendimientos (15,060 t/ha y 15,000 t/ha) cuando las plántulas permanecieron 40 y 45 días en el semillero sin diferencias estadísticas entre ambas edades. Para la selección ADO A-8, el mayor rendimiento (16,066 t/ha) se produjo cuando el trasplante se realizó utilizando plántulas de 50 días de edad, existiendo una tendencia a incrementar el rendimiento al aumentar el número de días en el semillero para las edades estudiadas. El menor rendimiento se obtuvo cuando las plántulas permanecieron 35 días en el semillero, en las tres selecciones con un promedio de 10,650 t/ha. Los resultados indicaron que los rendimientos de las selecciones fueron influenciados por las edades de trasplante.

3. PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

En la parte alta del municipio de Tajumulco, el cultivo del tomate es una de las hortalizas de importancia económica para pequeños productores junto a la papa y haba. El tomate es manejado bajo condiciones protegidas que incluyen macrotúneles e invernaderos, teniendo rendimientos aceptables y adaptabilidad al clima del lugar. Los productores tienen acceso a mercados con alta demanda del producto tanto a nivel local como regional en el occidente del país, presentando mayor demanda el tomate tipo pera o de cocina; la comercialización del producto en su totalidad es para consumo en fresco.

EL cultivo es establecido mediante la técnica del trasplante, los productores adquieren el pilón de tomate de casas distribuidoras que generalmente lo comercializan en edades de 30 a 35 días dependiendo de la variedad o híbrido, el cual es trasplantado inmediatamente, lo que en algunas ocasiones genera daño mecánico a las plántulas en su manipulación, problemas con el porcentaje de pegue; debido a prácticas inadecuadas al momento del trasplante y con incidencia de enfermedades debido a la susceptibilidad del pilón, repercutiendo todos estos factores sobre el rendimiento comercial del cultivo. Pilonos de mayor edad al momento del trasplante presentan condiciones fisiológicas que ayudan a minimizar estos problemas, tales como: mayor cantidad de raíces, número de hojas verdaderas, tallo más grueso y altura, lo cual también facilita su manipulación al momento del establecimiento en campo definitivo.

El tomate es uno de los cultivos que presenta una amplia adaptabilidad a condiciones de manejo, especialmente bajo condiciones protegidas donde se ha podido establecer en regiones con un clima no apto para cultivarlo a campo abierto, lo cual ha representado una alternativa rentable de producción para productores del altiplano del departamento de San Marcos.

Investigaciones realizadas en cultivos de la familia de las crucíferas y solanáceas como el brócoli y chile pimiento han mostrado diferencias en los rendimientos comerciales de

estos; dependiendo de la edad de trasplante de pilones a campo definitivo, teniendo con esto la necesidad de evaluar en campo edades de trasplante para el cultivo de tomate y con esto generar y transferir la información a productores del lugar.

En la mayoría de cultivos adaptables a las condiciones edafoclimáticas de las comunidades de la parte alta del municipio de Tajumulco y con potencial comercial que son manejados mediante la tecnología de trasplante; no se cuenta con investigaciones y antecedentes sobre la edad ideal para la siembra en campo definitivo, teniendo la necesidad de evaluar el efecto sobre el rendimiento de las edades de trasplante en las principales variedades e híbridos de tomate de crecimiento determinado e indeterminado que son manejados en la región. Con esto se pretende generar información para ser aplicada en la producción comercial de cultivos que pueda contribuir a aumentar la generación de ingresos económicos de los productores.

4. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

Evaluar el efecto de las edades de trasplante e incidencia de enfermedades en el rendimiento de los híbridos comerciales de tomate, manejados bajo invernadero.

4.2 ESPECÍFICOS

Determinar el efecto de las edades de trasplante en el rendimiento de los híbridos de tomate Tolstoi F1 y Tolimán F1.

Evaluar el efecto de las edades de trasplante en los días para la cosecha de los híbridos de tomate.

Determinar el efecto de las edades de trasplante en los días de cosecha de los híbridos de tomate.

Determinar el efecto de las edades de trasplante sobre la incidencia de enfermedades en los híbridos de tomate.

Realizar un análisis económico de los tratamientos evaluados.

5. HIPÓTESIS

5.1 HIPÓTESIS ALTERNA

Al menos uno de los tratamientos evaluados mostrará diferencias en el rendimiento del cultivo de tomate.

Al menos uno de los tratamientos evaluados mostrará diferencias en los días para la cosecha del cultivo de tomate.

Al menos uno de los tratamientos evaluados mostrará diferencias en los días de cosecha del cultivo de tomate.

Al menos uno de los tratamientos evaluados mostrará diferencias en la incidencia de enfermedades del cultivo de tomate.

6. METODOLOGÍA

6.1 LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO

La investigación se realizó en el Caserío Chechán del municipio de Tajumulco, San Marcos, ubicado a 35 kilómetros de la cabecera departamental y a 285 kilómetros de la ciudad capital, a una altura de 2,150 msnm. La comunidad se encuentra a 3 kilómetros de la cabecera municipal, por vía asfaltada a la orilla de la carretera.

La comunidad presenta un clima frío, de acuerdo con la clasificación taxonómica de suelos de Guatemala, en el país se presentan 7 de los 12 órdenes de suelos, del cual en su totalidad el municipio de Tajumulco, presenta suelos de la serie de los andisoles (Estado del uso actual del uso de la tierra en Guatemala, 2003).

Debido a la ubicación de la comunidad se cuenta con la zona de vida Bosque muy húmedo montano bajo sub-tropical (BMHMBS), la cual presenta las siguientes características: altitud de 1,800 a 3,000 metros sobre el nivel del mar; precipitación pluvial anual de 2,000 a 4,000 milímetros; temperatura media anual (mínima – máxima) de 12 a 18 grados centígrados (MAGA-ESPRED-DE-CATIE, 2001).

6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

6.2.1 Tomate híbrido Tolstoi F1

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*, *Verticilium albo atrum*, *Cladosporium fulvum ABC* y al virus del mosaico del tomate; recomendado para climas templados o ligeramente fríos, el ciclo promedio es de 80 a 85 días (inicio de cosecha) (BEJO, 2012).

6.2.2 Tomate híbrido Tolimán F1

Tomate semideterminado tipo oval (alargado-pera) altamente rendidor, muy vigoroso, buena estructura de planta, excelente floración y buena producción de frutos, racimos de 5 a 6 frutos con un peso promedio de 85 a 90 gramos, muy firmes, de maduración y tamaño uniforme, color rojo profundo interno y externo. Es resistente al manejo y transporte poscosecha. Se adapta a alturas desde 300 a 1,800 metros sobre el nivel del mar, también se adapta fácilmente a condiciones diferentes de suelo, el ciclo promedio es de 85 a 90 días después del trasplante (BEJO, 2012).

6.2.3 Edades de los pilones de tomate

Para la ejecución de la presente investigación se utilizaron pilones de los híbridos de tomate Tolstoi F1 y Tolimán F1, con edades de 30, 40, 50 días y 60 días después de la siembra en semillero al momento del trasplante a campo definitivo.

6.3 FACTORES A ESTUDIAR

Se realizó un análisis del efecto de cada uno de los tratamientos en los cultivares de tomate y su relación con el rendimiento, días para la cosecha, días de cosecha e incidencia de enfermedades en el cultivo de tomate.

Se evaluó el efecto de cuatro edades de pilón de tomate: 30, 40, 50 y 60 días después de la siembra en semillero al momento del trasplante a campo definitivo, sobre el rendimiento, días para la cosecha, días de cosecha e incidencia de enfermedades en dos híbridos comerciales de tomate; con el objetivo de generar información que permita mejorar la producción y rendimiento del cultivo manejado bajo invernadero en el municipio de Tajumulco, San Marcos.

6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Los tratamientos que se utilizaron se describen a continuación:

Factor A, parcela grande

Cuadro 4. Descripción de los híbridos de tomate.

Tratamiento	Descripción
Híbrido 1	Tolstoi F1
Híbrido 2	Tolimán F1

Factor B, parcela pequeña

Cuadro 5. Descripción de las edades de trasplante de los híbridos de tomate.

Tratamiento	Descripción
Edad 1	Pilón de 30 días
Edad 2	Pilón de 40 días
Edad 3	Pilón de 50 días
Edad 4	Pilón de 60 días

Cuadro 6. Interacción entre los híbridos de tomate y las edades de trasplante.

Tratamiento	Híbrido	Edad de trasplante
1	Tolstoi F1	30 días
2	Tolstoi F1	40 días
3	Tolstoi F1	50 días
4	Tolstoi F1	60 días
5	Tolimán F1	30 días
6	Tolimán F1	40 días
7	Tolimán F1	50 días
8	Tolimán F1	60 días

6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la ejecución de la presente investigación se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo bifactorial en parcelas divididas, el cual es

recomendado cuando existen dos factores a estudiar y el efecto de uno se considera más importante que el otro, debido a su interrelación.

En este caso se consideró como factor más importante a las edades de trasplante del pión de tomate, por lo que se colocaron en la parcela pequeña y como menos importante a los híbridos de tomate que se colocaron en la parcela grande. Se evaluaron 8 tratamientos distribuidos en 4 repeticiones (Reyes, 1990).

6.6 MODELO ESTADÍSTICO

El modelo estadístico que se utilizó fue el siguiente (Reyes, 1990).

$$Y_{ijk} = U + A_i + B_j + AB_{ij} + R_k + E_{i.k} + E_{ijk}$$

Y_{ijk} = Variable de respuesta

U = Media general

A_i = Efecto del i-esimo nivel del Factor A

B_j = Efecto del j-esimo nivel del Factor B

AB_{ij} = Interacción del i-esimo factor A con el j-esimo efecto del Factor B

R_k = Bloques o repeticiones asociadas con el error experimental

$E_{i.k}$ = Error del i.k-esima parcela grande

E_{ijk} = Error de los bloques dentro del diseño experimental

6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL

Debido a las características del invernadero cada unidad experimental consistió en una parcela de doble surco de 1.80 m de ancho por 2 m de largo, teniendo un área total de 3.6 m².

En cada unidad experimental se interrelacionaron las edades de trasplante con los híbridos de tomate, utilizando un distanciamiento de 0.40 m entre plantas y 0.9 m entre surcos, teniendo un total de 10 plantas por parcela. Para determinar los rendimientos se tomaron en cuenta todas las plantas, registrando los datos de cada corte realizado y obteniendo la sumatoria total.

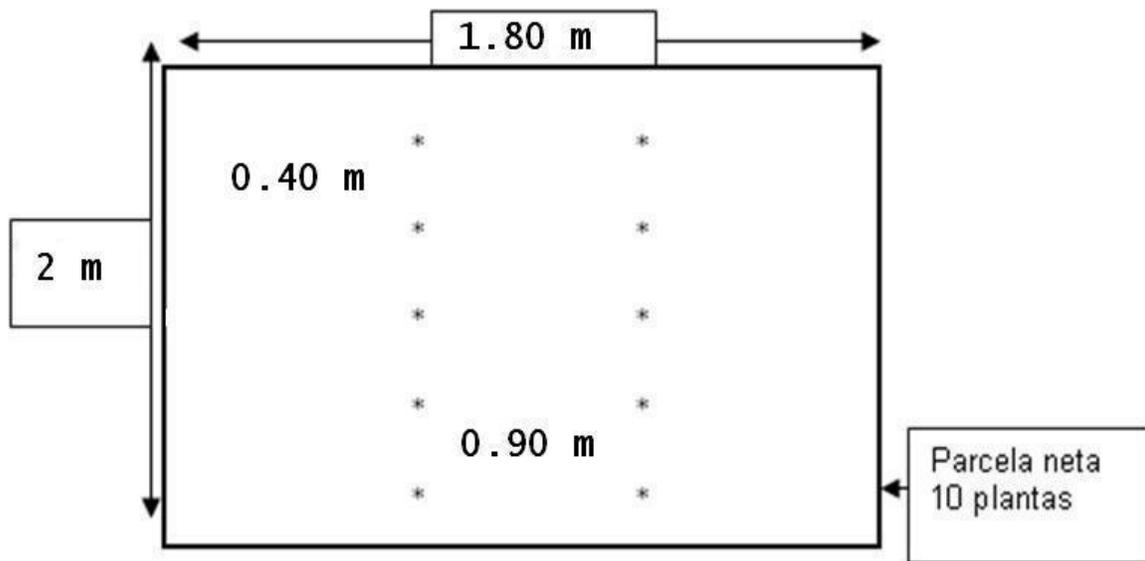


Figura 1. Descripción de la unidad experimental de las edades de trasplante de los híbridos de tomate; Tajumulco, San Marcos, 2014.

6.8 CROQUIS DE CAMPO

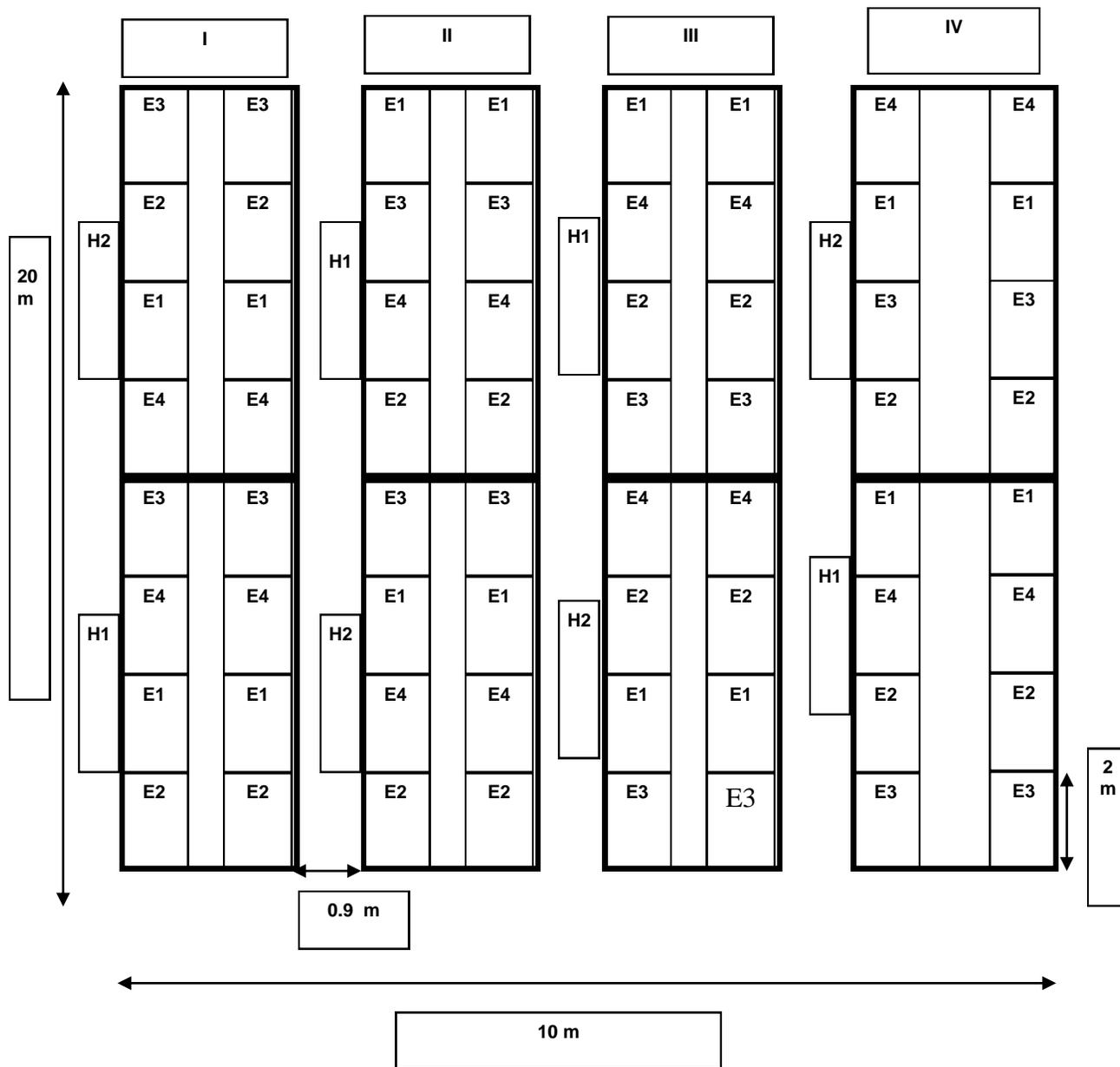


Figura 2. Distribución de los tratamientos en cada una de las unidades experimentales de las edades de trasplante de los híbridos de tomate; Tajumulco, San Marcos, 2014.

6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO

6.9.1 Adquisición de pilones

Los pilones de tomate fueron adquiridos de una casa comercial distribuidora, se obtuvieron con una edad de 30 días, inmediatamente se realizó el trasplante de la primera edad de los híbridos evaluados a campo definitivo dentro de las unidades experimentales correspondientes, según la aleatorización de los tratamientos. Los pilones que se trasplantaron a mayor edad (40, 50 y 60 días), inicialmente se trasplantaron en bolsas para continuar su desarrollo antes de establecerlos en campo definitivo, cuando tuvieron la edad adecuada. El sustrato utilizado para el llenado de las bolsas fue una mezcla de tierra obtenida del invernadero y materia orgánica la cual también se incorporó al fondo del surco.

6.9.2 Preparación y limpieza del terreno

Para evitar focos de infección por patógenos y plagas se realizó la limpieza del terreno de forma manual retirando materiales y residuos de cosechas anteriores. Se realizó la preparación manual del terreno, mediante un barbecho a una profundidad de 0.30 m para dejar el suelo suelto y bien mullido para permitir el adecuado desarrollo de las raíces de la planta. Se realizó el trazo y elaboración de camellones de forma manual incorporando materia orgánica al fondo del surco, el sistema de riego se instaló mediante la colocación de cintas para riego por goteo, luego se realizó la colocación de mulch para evitar la aparición de malezas que pudieran competir con el cultivo por nutrientes, espacio, agua y luz.

6.9.3 Trasplante

Para el establecimiento a campo definitivo de los pilones de tomate se utilizó el método de doble surco, se manejó el distanciamiento de 0.9 m entre surcos y 0.40 m entre plantas; se regó el terreno un día antes y se trasplantó en las horas más frescas de la tarde, teniendo cuidado de dejar la raíz recta al momento de la siembra, sin bolsas de aire para evitar ahogamientos o problemas de pudrición radicular. Una vez concluida la

siembra se aplicó riego moderado, además se distribuyó cada uno de los tratamientos en las unidades experimentales según el croquis de campo.

6.9.4 Fertilización

Al momento del trasplante se utilizó abono orgánico procesado que fue incorporado al camellón, complementado con un fertilizante químico de fórmula completa. Posteriormente se realizaron aplicaciones de fertilizantes granulados a base de calcio y potasio, de acuerdo al desarrollo fenológico de las plantas.

6.9.5 Control de malezas

El control de malezas se realizó de forma manual con intervalos de 15 a 20 días entre cada escardada, complementando esta acción con la colocación de mulch en los camellones de siembra en la preparación del terreno para evitar la competencia de las malezas con el cultivo por agua, nutrientes, luz y espacio. Además de evitar focos de infestación al eliminar hospederos alternos para las plagas y enfermedades.

6.9.6 Control de plagas y enfermedades

Para el control de plagas y enfermedades se combinaron estrategias preventivas y supresivas, utilizando prácticas culturales adecuadas y complementado con un plan de fumigación con agroquímicos para el manejo de las principales plagas y enfermedades del cultivo. Al momento del trasplante se utilizó un insecticida nematicida granulado aplicado al camellón y un fungicida al suelo para prevenir problemas de pudrición de raíces por ataque de hongos. Posteriormente las aplicaciones al follaje se realizaron en base al plan de manejo fitosanitario incluido en el apartado de anexos, incluyendo en las aplicaciones insecticidas, fungicidas y un producto nutricional.

6.9.7 Poda

Tomando en cuenta que se trata de un híbrido de crecimiento indeterminado y otro de crecimiento semideterminado, se manejaron dos tipos de poda para formar a la planta de manera adecuada y con ello aprovechar al máximo su potencial de producción. Se realizaron podas de formación manejando dos ejes principales en la variedad

indeterminada y podas de hoja en la variedad semideterminada, también podas de saneamiento cuando fue necesario.

6.9.8 Tutoreo

Debido al hábito de crecimiento indeterminado de uno de los híbridos evaluados la práctica de tutoreo o tutorado fue necesaria para dirigir el crecimiento vertical de la planta y evitar el daño a los frutos y follaje. Para ello se utilizó el sistema de tutorado tipo holandés, donde cada uno de los tallos dejados a partir de la poda de formación se sujetó a un alambre por medio de un hilo vertical que se fue liando a la planta conforme fue creciendo. Para el híbrido de crecimiento semideterminado se utilizaron estacas de madera con distanciamientos de 2 m entre cada una y pita rafia colocada a cada 0.20 m entre cada hilera, las cuales se colocaron conforme la planta crecía.

6.9.9 Riego

Para el riego del terreno se utilizó el método de riego por goteo, para mantener la humedad del suelo principalmente a una profundidad de 0.40 m que es donde se concentra la mayor cantidad de raíces de la planta. Se regó con intervalos de dos a tres días procurando tener el suelo a capacidad de campo, sin deficiencia ni exceso de humedad. Para las plantas que fueron inicialmente trasplantadas en bolsas el riego fue de manera localizada, en los mismos intervalos con que se regó por el sistema de goteo.

6.9.10 Cosecha

Esta práctica se realizó a partir de los 109 días del trasplante de la primera edad a campo definitivo, iniciando los cortes de los frutos que hayan presentado madurez fisiológica para ser comercializados. Se realizaron nueve cortes de manera semanal, tomando para las mediciones la totalidad de las plantas de la parcela; los frutos cosechados se embalaron en cajas plásticas identificando el tratamiento al que pertenecían para la toma de datos de rendimiento y demás variables.

6.10 VARIABLES DE RESPUESTA

6.10.1 Rendimiento de los híbridos

Se midió en kg/ha por medio de la cuantificación del peso del producto al momento de la cosecha. Se tomó en cuenta el peso total del producto sin clasificación, descartando solamente el tomate pequeño. Los datos de rendimiento fueron medidos tomando en cuenta la totalidad de plantas dentro de la parcela que fue de diez, teniendo un área efectiva por parcela de 3.6 m². El rendimiento fue analizado mediante un análisis de varianza y prueba múltiple de medias de Tukey al 0.05.

6.10.2 Días para la cosecha

Se midió en días, a partir de la fecha del establecimiento en campo definitivo, hasta el inicio de la cosecha del producto. Comprendió el período de tiempo desde la siembra en campo definitivo hasta la realización del primer corte del producto de cada una de las unidades experimentales.

6.10.3 Días de cosecha

Se midió en días a partir del cuajado y maduración de frutos para realizar el primer corte de producto hasta finalizar la cosecha, cuantificando los días transcurridos desde el primer al último corte. A partir de los 109 días del trasplante de la primera edad se realizaron nueve cortes de manera semanal.

6.10.4 Incidencia de enfermedades

Para el cálculo de la incidencia se realizó el conteo de las plantas que fueron infectadas por enfermedades de la raíz y tallo después del trasplante, mediante la observación para detectar pudriciones provocadas por *Fusarium* spp y otros patógenos del suelo. Expresando el nivel de incidencia en porcentaje por cada edad y por bloques, se utilizó la siguiente fórmula matemática para el cálculo de los valores.

$$\text{Incidencia (I)} = \frac{\text{Número de plantas afectadas por repetición}}{\text{Total de individuos afectados y no afectados}} * 100$$

6.11 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

6.11.1 Análisis estadístico

Luego de obtener todos los resultados de la medición de las variables de respuesta del experimento se procedió a realizar el análisis de varianza, donde se analizó si se presentaba diferencia estadística significativa entre cada uno de los tratamientos evaluados. Para la recopilación de información se procedió a la toma de datos de manera semanal, monitoreando el crecimiento y desarrollo del cultivo con base en las diferentes edades de trasplante, al finalizar el desarrollo fenológico del cultivo se consolidaron datos sobre el rendimiento de las variedades, los días para la cosecha de los híbridos y días de cosecha para realizar el análisis estadístico de varianza (ANDEVA) del modelo estadístico que se utilizó para la investigación, que fue el de bloques completos al azar con arreglo bifactorial en parcelas divididas, con la prueba de Tukey al 5% para determinar cuál de los tratamientos presentó diferencia estadística (Reyes, 1990). Para la variable de incidencia de enfermedades se realizó el conteo de plantas afectadas por unidad experimental, expresando los valores en porcentaje por bloque y por edad.

6.11.2 Análisis económico

El análisis económico y financiero es un instrumento de gran utilidad para la generación de información crítica financiera, para la toma de decisiones empresariales; está dado en relación a las variables de estudio que se tengan al momento de evaluar un proyecto y la interacción entre las mismas para determinar si el proyecto es o no rentable (Vidal, 2004).

Se realizó el análisis de costos de producción basado en la rentabilidad de los tratamientos como criterios de decisión, tomando en cuenta el costo de los insumos, mano de obra, labranza de la tierra, costo de plaguicidas y su aplicación, entre otros factores que se utilizaron a lo largo de la investigación.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de terminar la fase experimental en campo, se procedió a ordenar y tabular toda la información y los datos recopilados de cada una de las variables del experimento, para ser analizados de manera independiente y separada para determinar la mejor alternativa desde el punto de vista técnico y económico que pueda ser replicada por más productores de la zona, quedando la información como se presenta a continuación.

7.1 RENDIMIENTO

El rendimiento es una forma de medir la productividad del cultivo o la producción marginal o media. Esta medida es importante ya que permite tomar decisiones al productor sobre los insumos y factores de la producción que serán utilizados.

Cuadro 7. Rendimiento del cultivo de tomate expresado en kg/ha de los tratamientos evaluados; Tajumulco, San Marcos, 2014.

Tratamiento	Bloques						Suma	Promedio
	A	B	I	II	III	IV		
1	Tolstoi	30 días	40,388.89	31,555.56	26,500.00	44,166.67	142,611.11	35,652.78
2	Tolstoi	40 días	37,861.11	37,861.11	36,361.11	32,805.56	144,888.89	36,222.22
3	Tolstoi	50 días	27,777.78	32,833.33	40,388.89	40,388.89	141,388.89	35,347.22
4	Tolstoi	60 días	23,972.22	30,277.78	34,083.33	42,916.67	131,250.00	32,812.50
5	Tolimán	30 días	60,583.33	39,138.89	29,027.78	75,750.00	204,500.00	51,125.00
6	Tolimán	40 días	77,000.00	63,111.11	56,805.56	77,000.00	273,916.67	68,479.17
7	Tolimán	50 días	78,277.78	70,694.44	44,166.67	78,277.78	271,416.67	67,854.17
8	Tolimán	60 días	45,444.44	58,055.56	63,111.11	66,916.67	233,527.78	58,381.94
	Suma		391,305.56	363,527.78	330,444.44	458,222.22	1,543,500.00	

Cuadro 8. Análisis de varianza para la variable de rendimiento expresado en kg/ha, de los tratamientos evaluados; Tajumulco, San Marcos, 2014.

CAUSA	G. L	S.C	C.M	F	F 0.5	F 0.1
Bloques	3	1104478208				
Factor A	1	5597446144	5597446144	31.82 *	10.13	34.12
Error A	3	527695872	175898624			
Factor B	3	469704704	156568240	1.79 NS	3.16	5.09
Interacción AB	3	383352832	127784280	1.46 NS	3.16	5.09
Error B	18	1570365440	87242528			
Total	31	9653043200				

CV= 19.36 %

** = Altamente significativo

* = Significativo

NS = No significativo

En los resultados del análisis de varianza para la variable de rendimiento, se puede observar que el Factor A que corresponde a los híbridos evaluados, muestra una diferencia estadística significativa en cuanto al aumento del rendimiento en kg/ha del cultivo de tomate; ya que el valor de F es mayor que el alpha al 0.05 y al 0.01. Teniendo una incidencia directa en el aumento del rendimiento, ya que el híbrido Tolimán F1 produjo 26,451 kg/ha más que el híbrido Tolstoi F1, mostrando todos los tratamientos de este híbrido mayores rendimientos bajo las condiciones edafoclimáticas y de manejo en las que se desarrolló el experimento. El análisis de varianza indica que hubo diferencias estadísticas entre los híbridos evaluados, pero como solo fueron dos, ya no es necesario realizar la prueba múltiple de medias, la cual aplica cuando se tienen tres o más medias.

En cuanto a los resultados del factor B, que corresponden a las edades de trasplante estadísticamente todas tienen el mismo efecto sobre el rendimiento en kg/ha de los tratamientos evaluados, no mostraron diferencias significativas en cuanto al aumento del rendimiento del cultivo de tomate, siendo todas iguales. Para las condiciones en las cuales se desarrolló el experimento, las edades de trasplante no tuvieron una influencia significativa que repercutiera en un incremento sustancial del rendimiento, es de destacar que los rendimientos fueron mayores cuando se trasplantaron plantas a campo definitivo de 40 y 50 días después de la siembra en semilleros; en los dos híbridos. No existe efecto de la interacción entre los híbridos de tomate (Tolstoi F1 y Tolimán F1) y las edades de trasplante (30, 40, 50 y 60 días) que muestre diferencia estadística en cuanto al aumento del rendimiento en kg/ha del cultivo de tomate. Siendo influenciada significativamente esta variable únicamente por los híbridos. El coeficiente de variación para esta variable fue de 19%, dicho valor está dentro del rango normal de fluctuación de este indicador, el cual se vio elevado debido a la diferencia en el rendimiento de los dos híbridos evaluados.

Cuadro 9. Tabla comparativa del rendimiento de los híbridos de tomate expresado en kg/ha; Tajumulco, San Marcos, 2014.

Material genético	kg/ha
Tolimán F1	61,460
Tolstoi F1	35,008

En el cuadro 9, se presentan los valores de rendimiento promedio para cada una de los híbridos evaluados, los cuales muestran una diferencia significativa, siendo el híbrido Tolimán F1 superior al híbrido Tolstoi F1 en 26,451 kg/ha. Esta diferencia está relacionada con el potencial genético y adaptación de los híbridos a las condiciones edafoclimáticas del lugar, ya que el manejo para los dos fue homogéneo, siguiendo un mismo plan de nutrición y de sanidad. Este material genético es una alternativa viable para ser aprovechada en la comunidad y lugares cercanos para su explotación comercial, debido a su alto potencial de rendimiento y adaptabilidad.

7.2 DÍAS PARA LA COSECHA

Según el tiempo transcurrido desde la siembra al inicio de la cosecha, en la actualidad se reconocen tres tiempos de maduración (días después del trasplante), en el cultivo de tomate: Precoz (65-80 días), intermedio (75-90 días), tardío (85-100 días). (León, 1987).

Cuadro 10. Días para la cosecha del cultivo de tomate de los tratamientos evaluados;

Tratamiento	Bloques						Suma	Promedio
	A	B	I	II	III	IV		
1	Tolstoi	30 días	112.00	109.00	109.00	112.00	442.00	110.50
2	Tolstoi	40 días	102.00	99.00	102.00	105.00	408.00	102.00
3	Tolstoi	50 días	95.00	92.00	92.00	89.00	368.00	92.00
4	Tolstoi	60 días	82.00	82.00	85.00	85.00	334.00	83.50
5	Tolimán	30 días	109.00	112.00	109.00	115.00	445.00	111.25
6	Tolimán	40 días	99.00	105.00	102.00	102.00	408.00	102.00
7	Tolimán	50 días	92.00	95.00	92.00	89.00	368.00	92.00
8	Tolimán	60 días	82.00	85.00	82.00	85.00	334.00	83.50
	Suma		773.00	779.00	773.00	782.00	3,107.00	

Tajumulco, San Marcos, 2014.

Cuadro 11. Análisis de varianza para la variable de días para la cosecha, de los tratamientos evaluados; Tajumulco, San Marcos, 2014.

CAUSA	G.L	S.C	C.M	F	F 0.5	F 0.1
Bloques	3	7.59				
Factor A	1	0.28	0.28	0.02 NS	10.13	34.12
Error A	3	39.09	13.03			
Factor B	3	3397.84	1132.61	264.55 **	3.16	5.09
Interacción AB	3	0.84	0.28	0.06 NS	3.16	5.09
Error B	18	77.06	4.28			
Total	31	3522.71				

CV= 2.13%

** = Altamente significativo

* = Significativo

NS= No significativo

En el cuadro 11 se presentan los resultados del análisis de varianza de los días para la cosecha, donde se observa que los híbridos evaluados (Tolstoi F1 y Tolimán F1) que corresponden al factor A, no presentan ninguna diferencia en cuanto a los días para la cosecha, siendo los dos estadísticamente iguales. Ninguno presentó un adelanto significativo en cuanto a los días para el inicio de cosecha de los tratamientos evaluados; mientras que para el factor B que corresponde a las edades de trasplante (30, 40, 50 y 60 días), se presenta una diferencia altamente significativa en cuanto a los días a cosecha de los tratamientos.

El valor de F calculada es mayor al valor de F tabulada al 0.05 y al 0.01, por lo que son estadísticamente diferentes. Esto debido a que las fechas de trasplante de cada una de las edades a campo definitivo, tuvieron un intervalo de 30 días entre la primera y la última edad. La primera edad (30 días), se trasplanto directamente a campo definitivo, mientras que los pilones de las demás edades inicialmente se trasplantaron a bolsas, antes de ser establecidas en campo, con un intervalo de 10 entre el trasplante de cada edad. Por lo que se realizó una prueba múltiple de medias para determinar el grado de significancia entre cada edad.

No existe diferencia estadística significativa en la interacción entre los híbridos de tomate y las edades de trasplante, siendo todos los tratamientos estadísticamente iguales para esta variable. Debido a que los valores de la F calculada son menores al valor de la F tabulada al 0.05 y 0.01 respectivamente. El coeficiente de variación para la variable fue de 2.13%, lo cual indica que para la medición de esta variable del experimento, no se vio afectado por condiciones ambientales ni por errores en la ejecución.

Cuadro 12. Comparación de medias para la variable de días para la cosecha según las edades de trasplante de los tratamientos evaluados; Tajumulco, San Marcos, 2014.

Edad de trasplante	Días a cosecha	Tukey 0.05
30 días	110	A
40 días	102	B
50 días	92	C
60 días	83	D

Tukey (0.05%) 2.92

Al analizar los resultados obtenidos en el cuadro 12, se observa que las cuatro edades de trasplante: 30, 40, 50 y 60 días son consideradas estadísticamente diferentes, debido a que entre ellas existió una diferencia en promedio de 27 días con relación a los días para la cosecha entre la primera y la última edad de trasplante a campo definitivo. Teniendo la edad uno (30 días) la media más alta, ya que fue trasplantada inmediatamente a campo definitivo luego de adquirir el pilón, mientras que las otras edades fueron trasplantadas inicialmente a bolsas y luego a campo definitivo, cuando tenían la edad que requería el tratamiento a evaluar, con un intervalo de diez días entre cada trasplante. Por esta razón las medias para los días a cosecha tienden a ser menores conforme la edad de trasplante a campo definitivo aumenta. La variable fue medida a partir del establecimiento en campo definitivo, sin tomar en cuenta los días transcurridos en el semillero ni los que estuvieron en bolsas.

7.3 DÍAS DE COSECHA

Cuadro 13. Días de cosecha del cultivo de tomate de los tratamientos evaluados; Tajumulco, San Marcos, 2,014.

Tratamiento	Bloques						Suma	Promedio
	A	B	I	II	III	IV		
1	Tolstoi	30 días	78.00	75.00	87.00	87.00	327.00	81.75
2	Tolstoi	40 días	78.00	75.00	84.00	84.00	321.00	80.25
3	Tolstoi	50 días	75.00	78.00	84.00	87.00	324.00	81.00
4	Tolstoi	60 días	75.00	75.00	87.00	87.00	324.00	81.00
5	Tolimán	30 días	75.00	78.00	75.00	87.00	315.00	78.75
6	Tolimán	40 días	75.00	75.00	78.00	84.00	312.00	78.00
7	Tolimán	50 días	75.00	75.00	78.00	84.00	312.00	78.00
8	Tolimán	60 días	78.00	75.00	78.00	87.00	318.00	79.50
	Suma		609.00	606.00	651.00	687.00	2,553.00	

Cuadro 14. Análisis de varianza para la variable de días de cosecha, de los tratamientos evaluados; Tajumulco, San Marcos, 2014.

CAUSA	G.L	S.C	C.M	F	F 0.5	F 0.1
Bloques	3	554.34				
Factor A	1	47.53	47.53	1.56 NS	10.13	34.12
Error A	3	90.84	30.28			
Factor B	3	7.59	2.53	0.91 NS	3.16	5.09
Interacción AB	3	3.09	1.03	0.37 NS	3.16	5.09
Error B	18	50.06	2.78			
Total	31	753.46				

CV= 2.09%

**= Altamente significativo

*= Significativo

NS= No significativo

Según los resultados obtenidos de la variable de días de cosecha, el factor A que corresponden a los híbridos evaluados no presenta ninguna diferencia estadística significativa; los híbridos no tuvieron ningún efecto en cuanto al aumento en los días de cosecha de los tratamientos. El factor B que corresponde a las edades de trasplante tampoco tiene una influencia en cuanto a presentar alguna diferencia para esta variable. No existe efecto de la interacción entre los híbridos de tomate y las edades de trasplante que muestre diferencia estadística alguna, teniendo todos los tratamientos evaluados un comportamiento igual. Esto debido a que en todos los tratamientos la maduración de los frutos se fue dando de manera simultánea y homogénea por lo que se inició la cosecha para evitar pérdida de producto por sobremaduración. A partir del inicio de la cosecha se realizaron nueve cortes de manera semanal.

El coeficiente de variación para esta variable fue de 2.09%, lo cual indica que el experimento no se vio afectado por condiciones ambientales ni por errores en la ejecución.

7.4 INCIDENCIA DE ENFERMEDADES

Cuadro 15. Incidencia de enfermedades de raíz y tallo expresada en porcentaje de los tratamientos evaluados; Tajumulco, San Marcos, 2014.

		Plantas afectadas				Totales	Incidencia edades %
		Bloques					
Híbridos	Edades de trasplante	I	II	III	IV		
	30 días	3	2	2	2	9	23
Híbrido Tolstoi	40 días	1	2	2	1	6	15
	50 días	0	1	1	0	2	5
	60 días	0	0	1	0	1	3
Subtotal		4	5	6	3	18	11
Híbrido Tolimán	30 días	2	2	3	1	8	20
	40 días	0	1	1	2	4	10
	50 días	0	1	1	0	2	5
	60 días	1	0	0	0	1	3
Subtotal		3	4	5	3	15	9
	Totales	7	9	11	6	33	10
	Incidencia bloques %	9	11	14	8	10	

Como se observa en el cuadro 15, se tiene 10% de incidencia total en cuanto a plantas afectadas por patógenos que causaron pudrición en tallo y raíz y por ende la muerte de las plantas. Se evidencia que las plantas trasplantadas con menor edad (30 y 40 días) presentaron porcentajes de incidencia superiores al 10% en los dos híbridos. En plantas que se trasplantaron con mayor edad a campo definitivo la incidencia fue menor. Teniendo un porcentaje mayor de plantas muertas en el híbrido Tolstoi F1 y en los bloques 2 y 3 del experimento. La edad de trasplante tuvo una influencia directa en la minimización de plantas muertas, debido a que plantas con mayor edad (40, 50 y 60 días) fueron trasplantadas inicialmente a bolsas donde el sustrato utilizado pudo haber estado menos infectado por hongos; y al momento de ser trasplantadas a campo definitivo la planta tenía mejores condiciones fisiológicas como: mayor número de raíces, tallos más gruesos, mayor altura, mayor número de hojas verdaderas, que pudieron ayudar a que resistieran el ataque de patógenos y a lograr el pegue más rápido.

7.5 ANÁLISIS ECONÓMICO

Cuadro 16. Análisis de rentabilidad de los tratamientos evaluados; Tajumulco, San Marcos, 2014.

Tratamiento	Descripción		Rentabilidad %
1	Tolstoi F1	30 días	12.58
2	Tolstoi F1	40 días	12.28
3	Tolstoi F1	50 días	9.82
4	Tolstoi F1	60 días	2.19
5	Tolimán F1	30 días	49.10
6	Tolimán F1	40 días	93.54
7	Tolimán F1	50 días	91.78
8	Tolimán F1	60 días	67.06

En el análisis económico se puede observar una mayor rentabilidad en el tratamiento seis (Tolimán F1 + 40 días) con un porcentaje de 94%, seguido por el tratamiento siete (Tolimán F1 + 50 días), el cual obtuvo una rentabilidad de 92%. Ambos tratamientos corresponden al híbrido Tolimán F1 donde se obtuvieron los mejores rendimientos en kg/ha. Mientras que para el híbrido Tolstoi F1 los tratamientos uno y dos fueron los que presentaron el mayor porcentaje de rentabilidad. Esto indica que para las condiciones edafoclimáticas y de manejo del cultivo en la localidad todos los tratamientos del híbrido Tolimán F1 son superiores en cuanto producción y rentabilidad a los del híbrido Tolstoi F1, por lo que es el más recomendable para ser explotado comercialmente en las estructuras productivas que dispongan los productores. En el apartado de anexos se presentan los cuadros detallados con los costos específicos para cada tratamiento, los cuales se dividieron en costos directos y costos indirectos, los ingresos brutos fueron calculados en base a la venta del producto en fresco al precio del mercado local.

Cuadro 17. Resumen de resultados de las variables por tratamientos evaluados; Tajumulco, San Marcos, 2014.

Tratamiento	Rendimiento kg/ha	Días para la cosecha	Días de cosecha	Incidencia de enfermedades %	Rentabilidad %
1	35652.78	110.50	81.75	23%	12.58%
2	36222.22	102.00	80.25	15%	12.28%
3	35347.22	92.00	81.00	5%	9.82%
4	32812.50	83.50	81.00	3%	2.19%
5	51125.00	111.25	78.75	20%	49.10%
6	68479.17	102.00	78.00	10%	93.54%
7	67854.17	92.00	78.00	5%	91.78%
8	58381.94	83.50	79.50	3%	67.06%

El cuadro 17, presenta el resumen de los resultados obtenidos por tratamiento de las variables evaluadas, para el rendimiento; el tratamiento 6 (Tolimán F1 + 40 días) reportó la producción más alta con 68,479 kg/ha, a la vez fue el tratamiento que obtuvo el porcentaje más alto de rentabilidad con 94%. Para esta variable las edades de trasplante no mostraron una diferencia estadística significativa, teniendo un aumento del rendimiento por efecto de los híbridos evaluados, siendo más productivos y rentables todos los tratamientos del híbrido Tolimán F1. Los días para la cosecha fluctuaron entre 83 a 110 días, esto varió de acuerdo a la edad de trasplante a campo definitivo, teniendo las medias más bajas en las edades que se trasplantaron a mayor edad. En cuanto a los días de cosecha, ambos híbridos presentaron un comportamiento similar, extendiéndose esta variable en el híbrido Tolstoi F1, debido a que es de crecimiento indeterminado. Los porcentajes de incidencia de enfermedades se vieron incrementados cuando se trasplantaron las plantas con edades de 30 y 40 días a campo definitivo. Teniendo la edad de trasplante una incidencia directa sobre esta variable, independientemente de los híbridos que mostraron el mismo comportamiento al ser susceptibles al ataque de enfermedades de raíz y tallo.

8. CONCLUSIONES

En relación al rendimiento ninguna de las edades de trasplante mostró diferencias estadísticas significativas para el incremento de la producción de los híbridos evaluados, por lo que estadísticamente fueron iguales y no influyeron en un aumento sustancial del rendimiento comercial del cultivo. Por lo que se rechaza la hipótesis alternativa uno planteada. En las condiciones en las que se desarrolló el experimento el híbrido Tolimán F1 supero significativamente en rendimiento al híbrido Tolstoi F1 en un 43%, produciendo 26,451 kg/ha más, mostrando todos los tratamientos de este híbrido los mejores rendimientos.

Las edades de trasplante evaluadas presentaron diferencias estadísticas significativas en cuanto a los días para la cosecha, luego de su establecimiento en campo definitivo, debido a que el trasplante se realizó en diferentes fechas, teniendo un intervalo de 30 días entre la primera y la última edad de trasplante, por lo que se acepta la hipótesis alternativa dos planteada.

Ninguna de las edades de trasplante mostró diferencias estadísticas significativas en cuanto a los días de cosecha de los híbridos evaluados. Teniendo un comportamiento similar en cuanto a los días transcurridos desde el primer al último corte, por lo que se rechaza la hipótesis alternativa tres planteada. Eso es debido a que el carácter es de constitución genética y no varía con el tiempo de trasplante.

En cuanto a las enfermedades, las edades de trasplante tuvieron una relación directa en la incidencia de enfermedades de raíz y tallo, ya que en las edades de trasplante de 30 y 40 días en ambos híbridos se tuvo un porcentaje de incidencia superior al 10%, mientras que en las edades de 50 y 60 días este porcentaje se redujo a 5 y 3% respectivamente, por lo que se acepta la hipótesis alternativa cuatro planteada.

Los tratamientos que presentaron la mayor rentabilidad fueron (Tolimán F1 + 40 días) con un porcentaje de 94%, seguido por el tratamiento (Tolimán F1 + 50 días), el cual obtuvo una rentabilidad de 92%. Ambos tratamientos corresponden al híbrido Tolimán F1. Siendo todos los tratamientos de este híbrido superiores en cuanto a producción y rentabilidad a los del híbrido Tolstoi F1. Por lo que se acepta la hipótesis alternativa cuatro planteada.

9. RECOMENDACIONES

Tomando como base los resultados obtenidos y los análisis de varianza realizados es conveniente masificar la producción comercial del híbrido Tolimán F1, ya que presento los mejores rendimientos bajo las condiciones edafoclimáticas y de manejo del lugar. Posee alto potencial de aumentar los ingresos económicos de los productores de las comunidades. Siendo Tolimán F1 un híbrido de crecimiento semideterminado su producción bajo invernadero es viable, debido a los buenos rendimientos que presento y a la forma del fruto que fue de tipo alargada, teniendo este tomate mayor demanda en los mercados cercanos a la zona donde se desarrolló la investigación.

Debido a que las edades de trasplante no presentaron ninguna diferencia en cuanto al aumento del rendimiento de los híbridos evaluados, se recomienda realizar el trasplante inmediatamente a campo definitivo, luego de adquirir los pilones, realizando una adecuada desinfección y desinfestación del suelo para minimizar el riesgo de perder plantas por el ataque de enfermedades de raíz y tallo.

Realizar otras investigaciones con materiales genéticos que puedan ser mejor adaptados a las condiciones edafoclimáticas del lugar, para que los productores tengan mejores opciones de producción con otras variedades e híbridos de tomate que reporten buenos rendimientos y resistencia a enfermedades.

En áreas donde las enfermedades de raíz y tallo son una limitante para la producción de tomate, las edades de trasplante a campo definitivo 40 y 50 días pudieran ser una alternativa ya que reportaron baja incidencia de este problema, con rendimientos aceptables.

10. BIBLIOGRAFÍA

- ANAPI. (2011). Asociación nacional de productores bajo invernadero. ANAPI. Guatemala.
- BEJO. (2012). Variedades de tomate. Consultado en línea el 03 de septiembre de 2012. Disponible en www.bejo.com.gt
- Castillo, G. (1984). Evaluación agronómica de ocho materiales genéticos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo dos sistemas de manejo y su tolerancia al virus del acolchamiento de la hoja, en Bárcena, Villa Nueva. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 75 p.
- Corpeño, B. (2004). Manual del Cultivo de Tomate. Consultado en línea el 06 de septiembre de 2012. Disponible en www.producciondetomate.es
- Depestre, T y Gómez, O. (1999). Mejoramiento de tomate y chile pimiento. La Habana, Cuba, Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova". Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. p. 6-36.
- DISAGRO. (2004). Manejo técnico del cultivo de tomate. Consultado en línea el 30 de agosto de 2012. Disponible en: <http://www.disagro.com/tomate/tomate1.htm>
- Dufault, R. J. (1998). Vegetable transplant nutrition. HortTechnology 8:515-523.
- EDIFARM. (2003). Manual de hortalizas. Guatemala. 522 p.
- Edmon, J. (1985). Principios de horticultura. Trad. por Federico Garza. México, Continental. 575 p.

- FAO. (2012). El cultivo del tomate. Consultado en línea el 17 de septiembre de 2012.
Disponible en: <http://ftp.fao.org/docrep/fao/010/.../a1374s03.pdf>.
- FASAGUA. (2006). Manual técnico de cultivo de tomate en campo abierto. Nuestro Campo. No. 13, 14 p. Guatemala.
- Galindo Reyes, M. A., Reveles Hernández, M., Baltazar Brenes, E. y Macías Valdez, L. (2011). Adelanto de cosecha e incremento de rendimiento en chile tipo "ancho" mediante trasplante de plántulas de edad avanzada. Folleto técnico No. 43 del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Pabellón, Pabellón de Arteaga, Ags, México.
- Galindo-Reyes, M. A., Escalante-Estrada, J. A. S. y Perdomo-Roldán, F. (2004). Edad de plántula y poda como alternativa para adelantar la cosecha de chile guajillo "Mirasol". In: Memorias del XX Congreso Nacional de Fitogenética. Toluca, Estado de México. pp. 217-218.
- INFOAGRO. (2004). Cultivo de tomate. Consultado en línea el 03 de septiembre de 2012. Disponible en <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>
- ITIS. (2012). Clasificación taxonómica del cultivo de tomate. Consultado en línea el 12 de noviembre de 2012. Disponible en: http://www.itis.gov/servelet/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=521671.
- León, J. (1987). Botánica de los cultivos tropicales. San José, Costa Rica, IICA. p. 166-170.
- MAGA-ESPRED-ECATIE. (2001). Zonas de vida municipios del departamento de San Marcos, Guatemala. Consultado en línea el 10 de septiembre de 2012.

Disponible

en:

ide.segeplan.gob.gt/tablas/tablas.../12...SanMarcos/tabla_44_12.pdf

MAGA. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (2015). Plan de Manejo Integrado de Enfermedades del Tomate en Guatemala (*Solanum lycopersicum*)

Montaño-Mata, N. J. y Núñez, J. C. (2003). Evaluación del efecto de la edad de trasplante sobre el rendimiento en tres selecciones de ají dulce *Capsicum chinense* Jacq. En Jusepín, estado Monagas. Revista Facultad de Agronomía (Luz) 20:144-155. Venezuela.

Naz, S., Anjum, M. A. y Ahmad, I. (2006). Growth of chilli (*Capsicum annuum* L.) F1 hybrid sky line-2 in response to different ages of transplants. Journal of Research (Science) 17:91-95.

Nelson, J., Montaño, M. (2000). Efecto de la edad de trasplante sobre el rendimiento de tres selecciones de ají dulce (*Capsicum chinense* Jacq.). Bioagro 12. 2: 55-59. Venezuela.

Nuño, R. (2007). Manual de producción de tomate rojo bajo condiciones de invernadero para el Valle de Mexicali, Baja California. Consultado en línea el 02 de octubre de 2012. Disponible en; www.sfa.gob.mx/.../TomateInvernaderoMXL.pdf.

Odebode, A. C. and Shehu, K. (2001). The effect of plant age and soil amendments on severity of Phytophthora root rot of pepper (*Capsicum annuum* L.) in South Western Nigeria. Archives of Agronomy and Soil Science 47:363-369.

Reyes, P. (1990). Diseño de experimentos Agrícolas. Trillas tercera edición reimpressa México.

- Schrader, W. L. (2000). Using transplants in vegetable production. Publication 8013. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. Oakland, California, USA. 7p.
- Tello, J., Cuarteto, J. y Segura, B. (2001). El cultivo del tomate. España, Mundi-Prensa. 766 p.
- Vallejo, F. (2004). Producción de hortalizas de clima cálido. Universidad Nacional de Colombia. Consultado en línea el 05 de abril de 2018. Disponible en <https://books.google.com.gt/books?id=UpyfvNokkroC&pg=PA11&dq=morfologia+del+cultivo+de+tomate&hl=es-419&sa=X&ei=VPYVISzFYqQsQTV7YG4Bg&ved=0CB0Q6AEwAA#v=onepage&q&f=false>
- Vidal, S. (2004). Análisis Económico-financiero supuestos prácticos, Editorial Universidad Politécnica, Valencia.
- Vides, L. (2006). El tomate. Magactual 3(19):15-22.
- Villeda, J. D. (1993). El cultivo del tomate. Guatemala, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. 147 p.

11. ANEXOS

Cuadro 18. Plan de manejo fitosanitario del cultivo de tomate.

Fecha de aplicación	Producto a utilizar	Dosis/ha	Unidad de medida	Tipo de producto
Siembra	Ethoprophos	23	kg	Insecticida/nematicida
	Azoxystrobin	0.25	kg	Fungicida
9 ddt	Mandipropamid + Clorotalonil	1.5	L	Fungicida
	Lambda cihalothrina	0.3	L	Insecticida
	Nutriente vegetal	2	L	Fertilizante foliar
18 ddt	Tiabendazol	0.6	L	Fungicida
27 ddt	Cimoxanil + Mancozeb	2.5	kg	Fungicida
	Thiacloprid+ Beta-Ciflutrina	0.6	L	Insecticida
	Nutriente vegetal	2	L	Fertilizante foliar
36 ddt	Azoxystrobin + Clorotalonil	1	L	Fungicida
	Lambda cihalothrina + Tiamethoxan	0.3	L	Insecticida
	Nutriente vegetal	2	L	Fertilizante foliar
45 ddt	Mandipropamid + Clorotalonil	1.5	L	Fungicida
	Lambda cihalothrina	0.3	L	Insecticida
	Nutriente vegetal	2	L	Fertilizante foliar
54 ddt	Mefenoxam + Mancozeb	2	L	Fungicida
	Thiacloprid+ Beta-Ciflutrina	0.6	L	Insecticida
	Nutriente vegetal	2	L	Fertilizante foliar
63 ddt	Azoxystrobin + Clorotalonil	1	L	Fungicida
	Pymetrozine	0.6	L	Insecticida
	Nutriente vegetal	2	L	Fertilizante foliar
72 ddt	Hidróxido de cobre	0.6	L	Bactericida
	Lambda cihalothrina + Tiamethoxan	0.3	L	Insecticida
	Nutriente vegetal	2	L	Fertilizante foliar
81 ddt	Cimoxanil + Mancozeb	2.5	kg	Fungicida
	Thiacloprid+ Beta-Ciflutrina	0.6	L	Insecticida

	Nutriente vegetal	2	L	Fertilizante foliar
90 ddt	Difenoconazole	0.3	L	Fungicida
	Lambda cihalothrina	0.3	L	Insecticida
	Nutriente vegetal	2	L	Fertilizante foliar
99 ddt	Mandipropamid + Clorotalonil	1.5	L	Fungicida
	Lambda cihalothrina + Tiamethoxan	0.3	L	Insecticida
	Nutriente vegetal	2	L	Fertilizante foliar
108 ddt	Azoxystrobin + Clorotalonil	1	L	Fungicida
	Lambda cihalothrina + Tiamethoxan	0.3	L	Insecticida
	Nutriente vegetal	2	L	Fertilizante foliar
117 ddt	Mefenoxam + Mancozeb	2	kg	Fungicida
	Pymetrozine	0.6	kg	Insecticida
	Nutriente vegetal	2	L	Fertilizante foliar
126 ddt	Difenoconazole	0.3	L	Fungicida
	Thiacloprid+ Beta-Ciflutrina	0.6	L	Insecticida
	Nutriente vegetal	2	L	Fertilizante foliar
135 ddt	Mandipropamid + Clorotalonil	1.5	L	Fungicida
	Lambda cihalothrina	0.3	L	Insecticida
	Nutriente vegetal	2	L	Fertilizante foliar

ddt = días después del trasplante

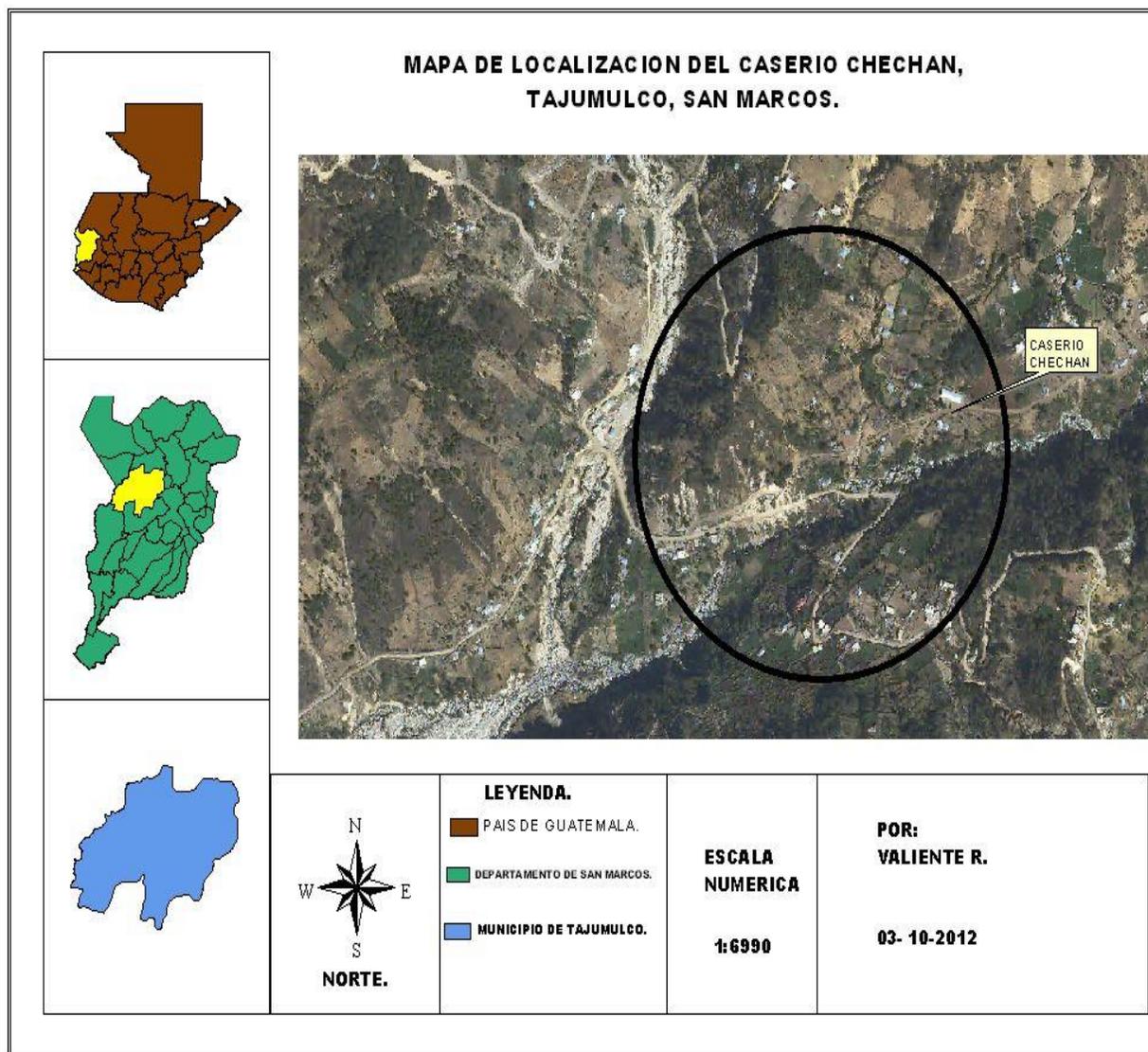


Figura 3. Mapa de ubicación del Caserío Chechán, Tajumulco, San Marcos, donde se realizó la investigación del efecto de cuatro edades de trasplante sobre el rendimiento de dos híbridos comerciales de tomate, bajo invernadero.

Cuadro 19. Cronograma de ejecución de actividades.

Descripción de la actividad	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Limpieza y preparación del terreno	x											
Trasplante	x											
Fertilización	x	x	x	x								
Control de malezas	x	x	x	x	x	x						
Control de plagas y enfermedades	x	x	x	x	x	x						
Poda	x	x	x	x	x	x						
Tutoreo		x	x	x	x							
Riego	x	x	x	x	x	x						
Cosecha					x	x	x					
Recopilación de datos	x	x	x	x	x	x	x					
Tabulación de la información									x			
Análisis de la información									x			
Elaboración de informe										x		
Presentación de resultados											x	

Cuadro 20. Rendimiento en kg/ha de cada corte de los tratamientos evaluados; Tajumulco, San Marcos, 2014.

Tratamiento	CORTES									Suma	Promedio
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
T1	5416.67	14194.44	8638.89	26055.56	32333.33	18416.67	17805.56	11416.67	8333.33	142611.11	15845.68
T2	4611.11	13638.89	13583.33	21916.67	26694.44	23527.78	17916.67	15222.22	7777.78	144888.89	16098.77
T3	1527.78	13388.89	10805.56	20250.00	30694.44	24944.44	16722.22	14722.22	8333.33	141388.89	15709.88
T4	3055.56	14777.78	8722.22	15805.56	25861.11	19611.11	18222.22	15472.22	9722.22	131250.00	14583.33
T5	7833.33	17638.89	19944.44	30305.56	52500.00	23555.56	25388.89	21777.78	5555.56	204500.00	22722.22
T6	11555.56	25500.00	34305.56	45694.44	45527.78	43111.11	34500.00	25388.89	8333.33	273916.67	30435.19
T7	10250.00	28333.33	28666.67	40333.33	46972.22	41500.00	35055.56	29194.44	11111.11	271416.67	30157.41
T8	11666.67	31194.44	30888.89	36916.67	39833.33	36583.33	17777.78	20333.33	8333.33	233527.78	25947.53
Suma	55916.67	158666.67	155555.56	237277.78	300416.67	231250.00	183388.89	153527.78	67500.00		

Cuadro 21. Resumen del análisis de rentabilidad de los tratamientos evaluados; Tajumulco, San Marcos, 2014.

Tratamiento	Rendimiento kg/ha	Precio kg Q/kg	Total gastos/ha	Ingreso Bruto	Ingreso Neto	Rentabilidad %
1	35,653	Q7.70	Q243,858.38	Q274,528.10	Q30,669.72	12.58
2	36,222	Q7.70	Q248,404.35	Q278,909.40	Q30,505.05	12.28
3	35,347	Q7.70	Q247,829.35	Q272,171.90	Q24,342.55	9.82
4	32,813	Q7.70	Q247,254.35	Q252,660.10	Q5,405.75	2.19
5	51,125	Q6.60	Q226,300.45	Q337,425.00	Q111,124.55	49.10
6	68,479	Q6.60	Q233,521.55	Q451,961.40	Q218,439.85	93.54
7	67,854	Q6.60	Q233,521.55	Q447,836.40	Q214,314.85	91.78
8	58,382	Q6.60	Q230,646.55	Q385,321.20	Q154,674.5	67.06

Cuadro 22. Análisis de rentabilidad (ha) para el tratamiento 1 del efecto de cuatro edades de trasplante sobre el rendimiento de dos híbridos comerciales bajo invernadero; Tajumulco, San Marcos, 2014.

Costos directos	Unidad de medida	Cantidad/ha	Costo Unitario	Total
INSUMOS				
Pilones de tomate Tolstoi	Pilón	24615	Q0,35	Q8.615,38
Abono orgánico	Saco	575	Q20,00	Q11.500,00
Cal Agrícola	Saco	23	Q45,00	Q1.035,00
Mulch	Metro	9000	Q0,95	Q8.550,00
Cinta de goteo	Metro	9000	Q0,90	Q8.100,00
Insecticidas	Litro	1	Q4.178,00	Q4.178,00
Fungicidas	Litro	1	Q6.115,00	Q6.115,00
Fertilizante Foliar	Litro	1	Q3.430,00	Q3.430,00
Bactericidas	Litro	1	Q330,00	Q330,00
Fertilizante 15-15-15	Quintal	23	Q190,00	Q4.370,00
Fertilizante Nitrato de calcio	Quintal	16	Q450,00	Q7.200,00
Fertilizante Nitrato de Potasio	Quintal	12	Q750,00	Q9.000,00
Pita Rafia	Rollo	23	Q95,00	Q2.185,00
Alambre liso galvanizado calibre 12	Metro	9000	Q4,00	Q36.000,00
Cajas de madera	Caja	250	Q5,00	Q1.250,00
Total insumos				Q111.858,38
MANO DE OBRA				
Preparación de terreno	Jornal	50	Q40,00	Q2.000,00
Elaboración de camellones, colocación de manguera, mulch y abonado	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Ahoyado, siembra y primera fertilización	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Colocación de alambre	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Podas de formación y saneamiento	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Control fitosanitario	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Cosecha	Jornal	650	Q20,00	Q13.000,00
Transporte de insumos y producto	Flete	35	Q100,00	Q3.500,00
Total mano de obra				Q34.500,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS				Q146.358,38
COSTOS INDIRECTOS				
Arrendamiento de terreno y agua		23	Q500,00	Q11.500,00
Depreciación de instalaciones		1	Q86.000,00	Q86.000,00
Total costos indirectos				Q97.500,00
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN				Q243.858,38
INGRESOS				
Producción total híbrido Tolstoi F1	Kilo	35653	Q7,70	Q274.528,10
TOTAL INGRESOS				Q274.528,10
RENTABILIDAD				12,58%

Cuadro 23. Análisis de rentabilidad (ha) para el tratamiento 2 del efecto de cuatro edades de trasplante sobre el rendimiento de dos híbridos comerciales bajo invernadero; Tajumulco, San Marcos, 2014.

Costos directos	Unidad de medida	Cantidad/ha	Costo Unitario	Total
INSUMOS				
Pilones de tomate Tolstoi	Pilón	24615	Q0,35	Q8.615,25
Abono orgánico	Saco	575	Q20,00	Q11.500,00
Cal Agrícola	Saco	23	Q45,00	Q1.035,00
Mulch	Metro	9000	Q0,95	Q8.550,00
Cinta de goteo	Metro	9000	Q0,90	Q8.100,00
Bolsas 8x12x5	Bolsa	24615	Q0,14	Q3.446,10
Insecticidas	Litro	1	Q4.178,00	Q4.178
Fungicidas	Litro	1	Q6.115,00	Q6.115
Fertilizante foliar	Litro	1	Q3.430,00	Q3.430
Bactericidas	Litro	1	Q330,00	Q330
Fertilizante 15-15-15	Quintal	23	Q190,00	Q4.370,00
Fertilizante Nitrato de calcio	Quintal	16	Q450,00	Q7.200,00
Fertilizante Nitrato de Potasio	Quintal	12	Q750,00	Q9.000,00
Pita Rafia	Rollo	23	Q95,00	Q2.185,00
Alambre liso galvanizado calibre 12	Metro	9000	Q4,00	Q36.000,00
Cajas de madera	Caja	250	Q5,00	Q1.250,00
Total insumos				Q115.304,35
MANO DE OBRA				
Preparación de terreno	Jornal	50	Q45,00	Q2.250,00
Elaboración de camellones, colocación de manguera, mulch y abonado	Jornal	50	Q40,00	Q2.000,00
Ahoyado, siembra y primera fertilización	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Llenado de bolsas y trasplante	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Colocación de alambre	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Podas de formación y saneamiento	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Control fitosanitario	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Cosecha	Jornal	650	Q20,00	Q13.000,00
Transporte de insumos y producto	Flete	35	Q100,00	Q3.500,00
Total mano de obra				Q36.750,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS				Q152.054,35
COSTOS INDIRECTOS				
Arrendamiento de terreno y agua		23	Q450,00	Q10.350,00
Depreciación de instalaciones		1	Q86.000,00	Q86.000,00
Total costos indirectos				Q96.350,00
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN				Q248.404,35
INGRESOS				
Producción total híbrido Tolstoi F1	Kilo	36222	Q7,70	Q278.909,40
TOTAL INGRESOS				Q278.909,40
RENTABILIDAD				12,28%

Cuadro 24. Análisis de rentabilidad (ha) para el tratamiento 3 del efecto de cuatro edades de trasplante sobre el rendimiento de dos híbridos comerciales bajo invernadero; Tajumulco, San Marcos, 2014.

Costos directos	Unidad de medida	Cantidad/ha	Costo Unitario	Total
INSUMOS				
Pilones de tomate Tolstoi	Pilón	24615	Q0,35	Q8.615,25
Abono orgánico	Saco	575	Q20,00	Q11.500,00
Cal Agrícola	Saco	23	Q45,00	Q1.035,00
Mulch	Metro	9000	Q0,95	Q8.550,00
Cinta de goteo	Metro	9000	Q0,90	Q8.100,00
Bolsas 8x12x5	Bolsa	24615	Q0,14	Q3.446,10
Insecticidas	Litro	1	Q4.178,00	Q4.178,00
Fungicidas	Litro	1	Q6.115,00	Q6.115,00
Fertilizante Foliar	Litro	1	Q3.430,00	Q3.430,00
Bactericidas	Litro	1	Q330,00	Q330,00
Fertilizante 15-15-15	Quintal	23	Q190,00	Q4.370,00
Fertilizante Nitrato de calcio	Quintal	16	Q450,00	Q7.200,00
Fertilizante Nitrato de Potasio	Quintal	12	Q750,00	Q9.000,00
Pita Rafia	Rollo	23	Q95,00	Q2.185,00
Alambre liso galvanizado calibre 12	Metro	9000	Q4,00	Q36.000,00
Cajas de madera	Caja	250	Q5,00	Q1.250,00
Total insumos				Q115.304,35
MANO DE OBRA				
Preparación de terreno	Jornal	50	Q45,00	Q2.250,00
Elaboración de camellones, colocación de manguera, mulch y abonado	Jornal	50	Q40,00	Q2.000,00
Ahoyado, siembra y primera fertilización	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Llenado de bolsas y trasplante	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Colocación de alambre	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Podas de formación y saneamiento	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Control fitosanitario	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Cosecha	Jornal	650	Q20,00	Q13.000,00
Transporte de insumos y producto	Flete	35	Q100,00	Q3.500,00
Total mano de obra				Q36.750,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS				Q152.054,35
COSTOS INDIRECTOS				
Arrendamiento de terreno y agua		23	Q425,00	Q9.775,00
Depreciación de instalaciones		1	Q86.000,00	Q86.000,00
Total costos indirectos				Q95.775,00
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN				Q247.829,35
INGRESOS				
Producción total híbrido Tolstoi F1	Kilo	35347	Q7,70	Q272.171,90
TOTAL INGRESOS				Q272.171,90
RENTABILIDAD				9,82%

Cuadro 25. Análisis de rentabilidad (ha) para el tratamiento 4 del efecto de cuatro edades de trasplante sobre el rendimiento de dos híbridos comerciales bajo invernadero; Tajumulco, San Marcos, 2014.

Costos directos	Unidad de medida	Cantidad/ha	Costo Unitario	Total
INSUMOS				
Pilones de tomate Tolstoi	Pilón	24615	Q0,35	Q8.615,25
Abono orgánico	Saco	575	Q20,00	Q11.500,00
Cal Agrícola	Saco	23	Q45,00	Q1.035,00
Mulch	Metro	9000	Q0,95	Q8.550,00
Cinta de goteo	Metro	9000	Q0,90	Q8.100,00
Bolsas 8x12x5	Bolsa	24615	Q0,14	Q3.446,10
Insecticidas	Litro	1	Q4.178,00	Q4.178,00
Fungicidas	Litro	1	Q6.115,00	Q6.115,00
Fertilizante Foliar	Litro	1	Q3.430,00	Q3.430,00
Bactericidas	Litro	1	Q330,00	Q330,00
Fertilizante 15-15-15	Quintal	23	Q190,00	Q4.370,00
Fertilizante Nitrato de calcio	Quintal	16	Q450,00	Q7.200,00
Fertilizante Nitrato de Potasio	Quintal	12	Q750,00	Q9.000,00
Pita Rafia	Rollo	23	Q95,00	Q2.185,00
Alambre liso galvanizado calibre 12	Metro	9000	Q4,00	Q36.000,00
Cajas de madera	Caja	250	Q5,00	Q1.250,00
Total insumos				Q115.304,35
MANO DE OBRA				
Preparación de terreno	Jornal	50	Q45,00	Q2.250,00
Elaboración de camellones, colocación de manguera, mulch y abonado	Jornal	50	Q40,00	Q2.000,00
Ahoyado, siembra y primera fertilización	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Llenado de bolsas y trasplante	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Colocación de alambre	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Podas de formación y saneamiento	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Control fitosanitario	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Cosecha	Jornal	650	Q20,00	Q13.000,00
Transporte de insumos y producto	Flete	35	Q100,00	Q3.500,00
Total mano de obra				Q36.750,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS				Q152.054,35
COSTOS INDIRECTOS				
Arrendamiento de terreno y agua		23	Q400,00	Q9.200,00
Depreciación de instalaciones		1	Q86.000,00	Q86.000,00
Total costos indirectos				Q95.200,00
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN				Q247.254,35
INGRESOS				
Producción total híbrido Tolstoi F1	Kilo	32813	Q7,70	Q252.660,10
TOTAL INGRESOS				Q252.660,10
RENTABILIDAD				2,19%

Cuadro 26. Análisis de rentabilidad (ha) para el tratamiento 5 del efecto de cuatro edades de trasplante sobre el rendimiento de dos híbridos comerciales bajo invernadero; Tajumulco, San Marcos, 2014.

Costos directos	Unidad de medida	Cantidad/ha	Costo Unitario	Total
INSUMOS				
Pilones de tomate Tolstoi	Pilón	24615	Q0,63	Q15.507,45
Abono orgánico	Saco	575	Q20,00	Q11.500,00
Cal Agrícola	Saco	23	Q45,00	Q1.035,00
Mulch	Metro	9000	Q0,95	Q8.550,00
Cinta de goteo	Metro	9000	Q0,90	Q8.100,00
Insecticidas	Litro	1	Q4.178,00	Q4.178,00
Fungicidas	Litro	1	Q6.115,00	Q6.115,00
Fertilizante foliar	Litro	1	Q3.430,00	Q3.430,00
Bactericidas	Litro	1	Q330,00	Q330,00
Fertilizante 15-15-15	Quintal	23	Q190,00	Q4.370,00
Fertilizante Nitrato de calcio	Quintal	16	Q450,00	Q7.200,00
Fertilizante Nitrato de Potasio	Quintal	12	Q750,00	Q9.000,00
Pita Rafia	Rollo	23	Q95,00	Q2.185,00
Estacas de madera	unidad	5000	Q2,50	Q12.500,00
Cajas de madera	Caja	250	Q5,00	Q1.250,00
Total insumos				Q95.250,45
MANO DE OBRA				
Preparación de terreno	Jornal	50	Q45,00	Q2.250,00
Elaboración de camellones, colocación de manguera, mulch y abonado	Jornal	50	Q40,00	Q2.000,00
Ahoyado, siembra y primera fertilización	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Colocación de estacas	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Podas de formación y saneamiento, colocación de rafia	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Control fitosanitario	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Cosecha	Jornal	650	Q20,00	Q13.000,00
Transporte de insumos y producto	Flete	35	Q100,00	Q3.500,00
Total mano de obra				Q33.550,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS				Q128.800,45
COSTOS INDIRECTOS				
Arrendamiento de terreno y agua		23	Q500,00	Q11.500,00
Depreciación de instalaciones		1	Q86.000,00	Q86.000,00
Total costos indirectos				Q97.500,00
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN				Q226.300,45
INGRESOS				
Producción total híbrido Tolimán F1	Kilo	51125	Q6,60	Q337.425,00
TOTAL INGRESOS				Q337.425,00
RENTABILIDAD				49,10%

Cuadro 27. Análisis de rentabilidad (ha) para el tratamiento 6 del efecto de cuatro edades de trasplante sobre el rendimiento de dos híbridos comerciales bajo invernadero; Tajumulco, San Marcos, 2014.

Costos directos	Unidad de medida	Cantidad/ha	Costo Unitario	Total
INSUMOS				
Pilones de tomate Tolstoi	Pilón	24615	Q0,63	Q15.507,45
Abono orgánico	Saco	575	Q20,00	Q11.500,00
Cal Agrícola	Saco	23	Q45,00	Q1.035,00
Mulch	Metro	9000	Q0,95	Q8.550,00
Cinta de goteo	Metro	9000	Q0,90	Q8.100,00
Bolsas 8x12x5	Bolsa	24615	Q0,14	Q3.446,10
Insecticidas	Litro	1	Q4.178,00	Q4.178,00
Fungicidas	Litro	1	Q6.115,00	Q6.115,00
Fertilizante foliar	Litro	1	Q3.430,00	Q3.430,00
Bactericidas	Litro	1	Q330,00	Q330,00
Fertilizante 15-15-15	Quintal	23	Q190,00	Q4.370,00
Fertilizante Nitrato de calcio	Quintal	16	Q450,00	Q7.200,00
Fertilizante Nitrato de Potasio	Quintal	12	Q750,00	Q9.000,00
Pita Rafia	Rollo	23	Q95,00	Q2.185,00
Estacas de madera	unidad	5000	Q2,50	Q12.500,00
Cajas de madera	Caja	250	Q5,00	Q1.250,00
Total insumos				Q98.696,55
MANO DE OBRA				
Preparación de terreno	Jornal	50	Q45,00	Q2.250,00
Elaboración de camellones, colocación de manguera, mulch y abonado	Jornal	50	Q40,00	Q2.000,00
Ahoyado, siembra y primera fertilización	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Llenado de bolsas y trasplante	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Colocación de estacas	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Podas de formación y saneamiento, colocación de rafia	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Control fitosanitario	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Cosecha	Jornal	650	Q20,00	Q13.000,00
Transporte de insumos y producto	Flete	35	Q100,00	Q3.500,00
Total mano de obra				Q36.750,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS				Q135.446,55
COSTOS INDIRECTOS				
Arrendamiento de terreno y agua		23	Q525,00	Q12.075,00
Depreciación de instalaciones		1	Q86.000,00	Q86.000,00
Total costos indirectos				Q98.075,00
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN				Q233.521,55
INGRESOS				
Producción total híbrido Tolimán F1	Kilo	68479	Q6,60	Q451.961,40
TOTAL INGRESOS				Q451.961,40
RENTABILIDAD				93,54%

Cuadro 28. Análisis de rentabilidad (ha) para el tratamiento 7 del efecto de cuatro edades de trasplante sobre el rendimiento de dos híbridos comerciales bajo invernadero; Tajumulco, San Marcos, 2014.

Costos directos	Unidad de medida	Cantidad/ha	Costo Unitario	Total
INSUMOS				
Pilones de tomate Tolstoi	Pilón	24615	Q0,63	Q15.507,45
Abono orgánico	Saco	575	Q20,00	Q11.500,00
Cal Agrícola	Saco	23	Q45,00	Q1.035,00
Mulch	Metro	9000	Q0,95	Q8.550,00
Cinta de goteo	Metro	9000	Q0,90	Q8.100,00
Bolsas 8x12x5	Bolsa	24615	Q0,14	Q3.446,10
Insecticidas	Litro	1	Q4.178,00	Q4.178,00
Fungicidas	Litro	1	Q6.115,00	Q6.115,00
Fertilizante foliar	Litro	1	Q3.430,00	Q3.430,00
Bactericidas	Litro	1	Q330,00	Q330,00
Fertilizante 15-15-15	Quintal	23	Q190,00	Q4.370,00
Fertilizante Nitrato de calcio	Quintal	16	Q450,00	Q7.200,00
Fertilizante Nitrato de Potasio	Quintal	12	Q750,00	Q9.000,00
Pita Rafia	Rollo	23	Q95,00	Q2.185,00
Estacas de madera	unidad	5000	Q2,50	Q12.500,00
Cajas de madera	Caja	250	Q5,00	Q1.250,00
Total insumos				Q98.696,55
MANO DE OBRA				
Preparación de terreno	Jornal	50	Q45,00	Q2.250,00
Elaboración de camellones, colocación de manguera, mulch y abonado	Jornal	50	Q40,00	Q2.000,00
Ahoyado, siembra y primera fertilización	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Llenado de bolsas y trasplante	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Colocación de estacas	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Podas de formación y saneamiento, colocación de rafia	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Control fitosanitario	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Cosecha	Jornal	650	Q20,00	Q13.000,00
Transporte de insumos y producto	Flete	35	Q100,00	Q3.500,00
Total mano de obra				Q36.750,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS				Q135.446,55
COSTOS INDIRECTOS				
Arrendamiento de terreno y agua		23	Q525,00	Q12.075,00
Depreciación de instalaciones		1	Q86.000,00	Q86.000,00
Total costos indirectos				Q98.075,00
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN				Q233.521,55
INGRESOS				
Producción total híbrido Tolimán F1	Kilo	67854	Q6,60	Q447.836,40
TOTAL INGRESOS				Q447.836,40
RENTABILIDAD				91,78%

Cuadro 29. Análisis de rentabilidad (ha) para el tratamiento 8 del efecto de cuatro edades de trasplante sobre el rendimiento de dos híbridos comerciales bajo invernadero; Tajumulco, San Marcos, 2014.

Costos directos	Unidad de medida	Cantidad/ha	Costo Unitario	Total
INSUMOS				
Pilones de tomate Tolstoi	Pilón	24615	Q0,63	Q15.507,45
Abono orgánico	Saco	575	Q20,00	Q11.500,00
Cal Agrícola	Saco	23	Q45,00	Q1.035,00
Mulch	Metro	9000	Q0,95	Q8.550,00
Cinta de goteo	Metro	9000	Q0,90	Q8.100,00
Bolsas 8x12x5	Bolsa	24615	Q0,14	Q3.446,10
Insecticidas	Litro	1	Q4.178,00	Q4.178,00
Fungicidas	Litro	1	Q6.115,00	Q6.115,00
Fertilizante foliar	Litro	1	Q3.430,00	Q3.430,00
Bactericidas	Litro	1	Q330,00	Q330,00
Fertilizante 15-15-15	Quintal	23	Q190,00	Q4.370,00
Fertilizante Nitrato de calcio	Quintal	16	Q450,00	Q7.200,00
Fertilizante Nitrato de Potasio	Quintal	12	Q750,00	Q9.000,00
Pita Rafia	Rollo	23	Q95,00	Q2.185,00
Estacas de madera	unidad	5000	Q2,50	Q12.500,00
Cajas de madera	Caja	250	Q5,00	Q1.250,00
Total insumos				Q98.696,55
MANO DE OBRA				
Preparación de terreno	Jornal	50	Q45,00	Q2.250,00
Elaboración de camellones, colocación de manguera, mulch y abonado	Jornal	50	Q40,00	Q2.000,00
Ahoyado, siembra y primera fertilización	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Llenado de bolsas y trasplante	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Colocación de estacas	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Podas de formación y saneamiento, colocación de rafia	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Control fitosanitario	Jornal	80	Q40,00	Q3.200,00
Cosecha	Jornal	650	Q20,00	Q13.000,00
Transporte de insumos y producto	Flete	35	Q100,00	Q3.500,00
Total mano de obra				Q36.750,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS				Q135.446,55
COSTOS INDIRECTOS				
Arrendamiento de terreno y agua		23	Q400,00	Q9.200,00
Depreciación de instalaciones		1	Q86.000,00	Q86.000,00
Total costos indirectos				Q95.200,00
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN				Q230.646,55
INGRESOS				
Producción total híbrido Tolimán F1	kilo	58382	Q6,60	Q385.321,20
TOTAL INGRESOS				Q385.321,20
RENTABILIDAD				67,06%