

CRIA Occidente

Cadena de Tomate

“TOMATE: HIBRIDO TABARÉ INJERTADO, ALTERNATIVA
TOLERANTE A MARCHITEZ BACTERIANA Y GEMINIVIRUS,
ALTIPLANO MARQUENSE, GUATEMALA”



Mario de León Díaz

Fredy Pérez Monzón

Lisandro Castro

Cristian Fuentes López

San Marcos. Febrero de 2,020



CRIA Occidente

Cadena de Tomate

“TOMATE: HIBRIDO TABARÉ INJERTADO, ALTERNATIVA
TOLERANTE A MARCHITEZ BACTERIANA Y GEMINIVIRUS,
ALTIPLANO MARQUENSE, GUATEMALA”

Mario de León Díaz

Fredy Pérez Monzón

Lisandro Castro

Cristian Fuentes López

San Marcos. Febrero de 2,020

Este proyecto fue ejecutado gracias al apoyo financiero del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés). El contenido de esta publicación es responsabilidad de sus autores y de la institución a la que pertenecen. La mención de empresas o productos comerciales no implica la aprobación o preferencia sobre otros de naturaleza similar que no se mencionan

Índice General

<i>Índice General</i>	<i>I</i>
<i>Índice de tablas</i>	<i>III</i>
<i>Índice de ilustraciones</i>	<i>IV</i>
<i>Índice de Anexos</i>	<i>V</i>
LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS	VI
Resumen	VII
1. Introducción	1
2. Marco teórico	3
2.1. Enfermedades en tomate	3
2.1.1. Bacterias.....	3
2.1.2. Virus.....	5
2.2. Injerto en tomate	9
2.2.1. Comportamiento de la producción con plantas injertadas	10
2.2.2. Métodos de injertación.....	10
2.2.3. Propósito del injerto.....	11
2.3. Validación	13
2.3.1. Validación prospectiva.....	15
2.3.2. Validación a nivel de finca o comunitaria.	16
2.4. Experiencias en la utilización de Injerto para la tolerancia a enfermedades.	17
3. Objetivos	18
4. Hipótesis	18
5. Metodología	19
5.3. Tratamiento	21
5.3.1. Descripción de los tratamientos a evaluar:	21
5.4. Tamaño de la parcela de prueba.	22

5.5. Modelo estadístico.....	22
5.6. Variables de respuesta.....	23
5.6.1. Rendimiento.....	23
5.6.2. Análisis Financiero (Rentabilidad).....	23
5.7. Análisis de la información.....	25
5.8. Manejo de las parcelas de prueba.	26
5.9. Días de campo	26
5.9.1. Objetivos.....	27
5.9.2. Justificación.....	27
5.9.3. Participantes.....	27
5.9.4. Requerimiento de recursos.....	27
6. Análisis de resultados	28
6.1. Rendimiento	28
6.2. Aceptabilidad del Agricultor	31
6.2.1. Talleres a Actores Locales	31
6.2.2. Días de campo	33
6.2.3. Análisis de la aceptabilidad del agricultor	35
6.3. Análisis Financiero	43
7. Conclusiones	51
8. Recomendaciones	53
9. Referencias bibliográficas	54
10. Anexo.....	57

Índice de tablas

Tabla 1: Resumen de resultados obtenidos en caracterización de biovares y filotipos de marchitez bacteriana (<i>Ralstonia solanacearum</i>) en Guatemala.	4
Tabla 2: Principales biotipos de Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>), la zona de donde se originaron y los principales hospederos de cada uno de ellos.	7
Tabla 3: Ubicación de las parcelas de validación del híbrido de tomate Tabaré injertado, tolerante a marchitez bacteriana (<i>Ralstonia solanacearum</i> E.F. Smith) y geminivirus, en San Marcos, Guatemala.	19
Tabla 4: Vías de acceso de las parcelas para la validación del híbrido de tomate Tabaré injertado, tolerante a marchitez bacteriana (<i>Ralstonia solanacearum</i> E.F. Smith) y geminivirus, en San Marcos, Guatemala.	20
Tabla 5: Descripción de los tratamientos utilizados dentro de la validación del híbrido de tomate Tabaré injertado, tolerante a Marchitez bacteriana (<i>Ralstonia solanacearum</i> E.F. Smith) y geminivirus.	21
Tabla 6: Cultivares utilizados por cada una de las localidades donde se realizó la validación.	22
Tabla 7: Calibres de frutos de tomate para su clasificación.	23
Tabla 8: Rendimiento en kilogramos por hectárea, clasificados en primera, segunda y tercera, del híbrido Tabaré injertado en comparación con los testigos comparados en las localidades de San Marcos y Quetzaltenango. 2019.	28
Tabla 9. Análisis de T de Student para la variable rendimiento en kilogramos por hectárea, clasificados en primera, segunda y tercera, del híbrido Tabaré injertado en comparación con los testigos comparados, en las localidades de San Marcos y Quetzaltenango. 2019.	29
Tabla 10. Resumen de costos por cada una de las localidades donde se realizó el proceso de validación con actores locales de los departamentos de San Marcos y Quetzaltenango, Guatemala.	43
Tabla 11. Analisis de Presupuestos Parciales y dominancia en el rendimiento del cultivo de tomate, proceso de validación con actores locales de los departamentos de San Marcos y Quetzaltenango, Guatemala.	49

Tabla 12. Indicador financiero, relación Costo / Beneficio en el rendimiento del cultivo de tomate, proceso de validación con actores locales de los departamentos de San Marcos y Quetzaltenango, Guatemala.....	50
---	----

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Rendimiento del cultivo de tomate del tratamiento Tabaré injertado sobre Ipala en comparación con el testigo, en las localidades donde se realizó la validación.....	30
Ilustración 2: Percepción del agricultor en cuanto al uso de híbrido Tabaré injertado sobre Ipala como alternativa tolerante a Marchitez Bacteriana.....	35
Ilustración 3: Percepción del agricultor en cuanto al uso de híbrido Tabaré injertado sobre Ipala como alternativa tolerante a virus TYLCV	36
Ilustración 4: Percepción del agricultor en cuanto al tamaño de la planta	37
Ilustración 5: Percepción del agricultor en cuanto al color de la planta.....	37
Ilustración 6: Percepción del agricultor en cuanto a número de frutos por planta	38
Ilustración 7: Percepción del agricultor en cuanto a rendimiento de los tratamientos evaluados	38
Ilustración 8: Percepción del agricultor en cuanto a calidad del fruto	39
Ilustración 9: Percepción del agricultor en cuanto a la importancia del uso de injertos en tomate.....	39
Ilustración 10: Percepción del agricultor en cuanto a la aceptación del proceso de injerto en tomate	40
Ilustración 11: Percepción del agricultor en cuanto al tiempo empleado para injertar plantas de tomate	40
Ilustración 12: Percepción del agricultor en cuanto al interés por realizar injertos	41
Ilustración 13: Percepción del agricultor en cuanto a la producción de pilones de tomate	41
Ilustración 14: Percepción del agricultor en cuanto al precio promedio de pilones de tomate injertado	42

Índice de Anexos

Anexo 1. Fotografías	57
Anexo 2. Análisis fitopatología suelos, detección de <i>Ralstonia solanacearum</i>	73
Anexo 3. Análisis fitopatología Ex-Ante, detección de <i>Ralstonia solanacearum</i> y geminivirus, virus TYLCV	74
Anexo 4. Análisis fitopatología Ex-Post, detección de <i>Ralstonia solanacearum</i> y geminivirus, virus TYLCV	75
Anexo 5. Listado de actores locales que participaron de los talleres y días de campo.....	77
Anexo 6. Material de apoyo	87

LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

APA	Agencia de Protección Ambiental
CRIA	Consortio Regional de Investigación Agropecuaria
CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
CUSAM	Centro Universitario de San Marcos
IAOAS	Ingeniero Agrónomo con Orientación en Agricultura Sostenible
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
MIP	Manejo Integrado de Plagas
TYLCV	Tomato Yellow Lerf Curl Virus / Virus del enrollamiento de la hoja amarilla del tomate.
USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala
USDA	United States Department of Agriculture / Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

TOMATE: HÍBRIDO TABARÉ INJERTADO, ALTERNATIVA TOLERANTE A MARCHITEZ BACTERIANA Y GEMINIVIRUS, ALTIPLANO MARQUENSE, GUATEMALA.

Resumen

Esta validación ha generado información que contribuye al incremento de la producción del cultivo de tomate (Híbrido Tabaré injertado sobre Ipala) (*Solanum lycopersicum* L), para el altiplano de San Marcos, Guatemala. Fundamentándose en los resultados obtenidos producto de la investigación: “Efectos del injerto en la tolerancia a enfermedades de (*S. Lycopersicum*), bajo condiciones de invernadero realizado en las localidades de Cuya, Tejutla y San José las Islas, San Marcos, Guatemala” realizado por De León, 2018.

En base a lo anterior la validación obtuvo como resultado la comparación entre pares para conocer la tolerancia que produce el injerto, utilizando como patrón el híbrido comercial Ipala F1, siendo superior en rendimiento en comparación con el testigo, la evaluación realizada en 10 localidades: San José Granados y Las Barrancas, del Municipio de San Antonio Sacatepéquez, Aldea Agua Caliente y San José las Islas del departamento de San Marcos, Sector Los Marroquín y sector Los Pérez de Buena Vista del municipio de Palestina de los Altos, Cabajchum y Siete Platos del municipio de San Miguel Ixtahuacán, Pie de la Cuesta del municipio de Sipacapa y Aldea Cuya del Municipio de Tejutla, la opinión del agricultor en cuanto al uso y aceptación del híbrido Tabaré injertado sobre Ipala, para el manejo de Marchitez bacteriana y geminivirus, para posteriormente iniciar una fase de transferencia de tecnología.

1. Introducción

En el occidente del país el tomate se cultiva a pequeña y mediana escala, durante el año 2013 se registro una producción nacional de 53 mil toneladas (MAGA, 2014), sin embargo, dentro de su proceso de producción enfrenta múltiples problemas, principalmente los fitosanitarios, provocando disminución de la rentabilidad y calidad del fruto.

Mendoza (2012) menciona que la producción de tomate (*S. lycopersicum*) en el país del año 2001 al 2012 se vio amenazada por el ataque severo de enfermedades y plagas generando pérdidas de aproximadamente cuatro mil hectáreas de este cultivo, desde entonces el rendimiento promedio durante estos 11 años paso de 46 toneladas por hectárea hasta alcanzar las 34 toneladas por hectárea.

González (2016) determino a través de la investigación realizada por Grupos Gestores, que la mala producción de tomate en la región occidente de Guatemala es causada principalmente por el ataque de insectos y patógenos dentro del suelo, con deficientes alternativas de control y un bajo asesoramiento técnico, teniendo que incurrir en el uso de productos químicos de manera indiscriminada, mas la contaminación ambiental y humana, creando únicamente la resistencia de estas plagas y enfermedades. Provocando principalmente la exclusión del agricultor a desempeñarse como productor de este cultivo en áreas infectadas, lo que ha provocado que estos migren a áreas no infectadas o el abandono de esta actividad agrícola.

Se han realizado investigaciones sobre la evaluación de porta injertos de tomate (*S. lycopersicum*) con resistencia a marchitez bacteriana (*R. Solanacearum*) E.F. Smith, la evaluación de cultivares con tolerancia a geminivirus, en la región de oriente y occidente de Guatemala, dando como resultado cultivares con tolerancia a estas enfermedades.

Aristondo (2015) obtuvo tolerancia a marchitez bacteriana, en el municipio de Camotán, Chiquimula, resultado de la tolerancia de los materiales evaluados, recomendando para la producción de tomate con suelos infestados con marchitez bacteriana, utilizar porta injerto Anchor, debido a que en esta investigación presentó un valor de 2.4 de tolerancia a la enfermedad, una relación beneficio costo de 102%.

De León (2018), en la investigación de los efectos del injerto en la tolerancia a enfermedades de (*S. lycopersicum* L), bajo condiciones de invernadero en las localidades de Cuya, Tejutla y San José las Islas, San Marcos, recomienda que se debe de pasar a la fase de validación del tratamiento híbrido Tabaré injertado sobre Ipala, por haber obtenido 1.75 grados de tolerancia a la enfermedad Marchitez bacteriana, provocada por la bacteria (*Ralstonia solanacearum*) esta tolerancia es considerada como alta, reduciendo pérdidas de cosecha por el bajo desarrollo de esta enfermedad, obteniendo una producción de 11 kg/m² garantizando una ganancia económica para el agricultor del 147%, en comparación con el cultivar utilizado como testigo que presento una alta severidad de estas enfermedades.

La metodología utilizada en la investigación fue mediante la implementación del diseño experimental parcelas pareadas, debido a que solo existen dos tratamientos a comparar. El área experimental se estimó en 108 m² por localidad utilizando un total de dos tratamientos por unidad experimental; la combinación de la variedad Tabaré injertado sobre Ipala en comparación con la variedad más cultivada (testigo), la parcela de prueba está constituida por un invernadero tipo colombiano, de 6 metros de ancho por 18 metros de largo, las practicas agronómicas del cultivo fueron las mismas que realizan los agricultores de la zona, con la diferencia de que no se aplicó un control químico para enfermedades del suelo, para evitar sesgos de información en relación a la tolerancia a enfermedades.

2. Marco teórico

2.1. Enfermedades en tomate

2.1.1. Bacterias

Las bacterias pueden causar diversos síntomas, pero estos se pueden agrupar en: manchas en las hojas y marchitamientos bacterianos. Estas enfermedades inician frecuentemente como una aparición esporádica de plantas “tristes” o marchitas, cuya severidad se agudiza conforme avanza en sus etapas de crecimiento, hasta la maduración de frutos (Blancard, 1996).

a) Marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*).

Es una bacteria Gram negativa, abastionada, no forma spora ni cápsula, tiene forma de bacilo o cocos, reduce nitratos y forma amoniaco. En medio de cultivo líquido la bacteria de tipo silvestre es generalmente no móvil y carente de flagelo polar. En cambio, las variantes virulentas que se desarrollan en medio de cultivo son activamente móviles (Mejía 2003).

Esta es una enfermedad altamente destructiva en ambientes húmedos y cálidos, la incidencia de la enfermedad aumenta en suelos con drenaje deficiente. Los síntomas de esta enfermedad suelen iniciarse con un aspecto marchito o flácido de las hojas superiores de la planta, que suele avanzar con rapidez hasta la marchitez total. El sistema vascular aparece lleno de bacterias, mucus y toma coloración parda u oscura y la médula también suele estar afectada. Si se hacen cortes transversales del tallo, se observan generalmente gotas de exudado lechoso, que no aparecen cuando las lesiones vasculares son debidas a hongos (Blancard, 1996).

En la **Tabla 1**, se muestra las diferentes razas y biovares de (*Ralstonia solanacearum*) distribuidos en diferentes pisos altitudinales del territorio guatemalteco; tomando como base la altitud de la región, se puede observar que el Biovar 2 – Raza 3 predomina en las zonas productoras de tomate del altiplano occidental del país (Sánchez et al, 2006).

Tabla 1: Resumen de resultados obtenidos en caracterización de biovares y filotipos de marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*) en Guatemala.

Altitud	Hospedero	Filotipo	Sequevar	Biovar-Raza	Origen
0 - 250 msnm	Banano	II	VI	Biovar 3 - Raza 2	América
250 - 1200 msnm	Tomate - Berenjena - Quilete	I	XIV	Biovar 1- Raza 1	Asia
> 1600 msnm	Papa – Tomate – Quilete	II	I	Biovar 2 - Raza 3	América

Fuente: Sánchez et al 2006.

El organismo sobrevive en material vegetal infectado, órganos vegetativos de propagación, plantas silvestres (huésped) y el suelo. Las fuentes de inóculo para los campos agrícolas y los métodos de propagación incluyen: el riego y aguas superficiales, las malezas acuáticas, suelos infestados, malas hierbas de campo, herramientas y equipos agrícolas contaminados (Aristondo, 2015).

b) Medios de diseminación de la bacteria

Según PRIOR, SENASA y García citados por Rodríguez (2007). La bacteria (*Ralstonia solanacearum*), puede sobrevivir en el suelo (principalmente en restos de cosechas de plantas infectadas), en las raíces y en la tierra que la rodea (Rizosfera) de muchas plantas hospedantes infectadas, en malezas; constituyéndose en fuentes de inóculo primario. A partir de los cuales y con ayuda del agua de riego, maquinarias, herramientas de los agricultores, son diseminados en el mismo campo y a otros Campos vecinos produciendo nuevas infecciones. La bacteria penetra en las plantas a través de heridas producidas durante la emergencia de raíces secundarias.

Las heridas producidas por las herramientas durante el cultivo después de la emergencia de la planta, así como las producidas por los nematodos e insectos del suelo, facilitan el ingreso de la bacteria a la planta, iniciándose así un nuevo ciclo de la infección (SENASA, citado por Rodríguez 2007).

2.1.2. Virus

Los virus son importantes en la producción de tomate, dependiendo de la época de infección, del material genético que se tenga en campo y de las condiciones de manejo y ambientales, pueden causar pérdidas de hasta el 100% (Morales, 2004).

En los últimos años ha crecido la importancia de los virus transmitidos por mosca blanca, lo cual ha ocasionado que además del impacto directo en la producción, aumenta el costo del cultivo, al tener que hacer mayor número de aplicaciones de insecticidas, además del impacto ambiental, debido al uso excesivo e irracional de plaguicidas. Los síntomas causados por virus son muy variados y pueden afectar a la totalidad de la planta o manifestarse solo en algunas partes específicas. Los achaparramientos o enanismos son debido a una reducción en el tamaño normal de la planta, principalmente por el acortamiento de los tallos y peciolo, así como por una reducción general del tamaño de la hoja (Morales, 2004).

Existen diversos virus que infectan al tomate, a nivel mundial se han reportado más de 300; sin embargo, el daño que causan es variable, dependiendo de la región, del genotipo y sistemas de producción usados y de las condiciones ambientales durante el desarrollo (MAGA, 2015).

Según Morales (2004), en Centroamérica destacan por su incidencia y severidad las siguientes: Virus del mosaico del Tabaco (**VMT**), Virus Y de la papa (**VYP**), Virus X de la papa (**VXP**), Mosaico amarillo del tomate (**VMAT**); de particular importancia es la creciente incidencia de virus transmitido por mosca blanca (Geminivirus). En el caso particular de Guatemala, se han reportado diversos virus infectando el tomate, destacando los siguientes:

a) COMPLEJO GEMINIVIRUS

Los virus son parásitos obligados, muy pequeños (microscópicos), que se multiplican dentro de las células vivas y que tienen la capacidad de producir varias enfermedades en plantas (Morales, 2004).

En los últimos años ha crecido la importancia de los virus transmitidos por mosca blanca, lo cual ha ocasionado que además del impacto directo en la producción, aumenta el costo del cultivo, al tener que hacer mayor número de aplicaciones de insecticidas, además del impacto ambiental, debido al uso excesivo e irracional de plaguicidas. Los geminivirus son un grupo de virus de importancia para el cultivo de tomate, transmitidos por mosca blanca (*Bemisia tabaci*), haciendo su control muy difícil (Mejía, 2003).

Todos estos virus causan síntomas parecidos que hace difícil su identificación, los síntomas más comunes son mosaicos o amarillamientos leves o severos, según la etapa de infección de la planta, achaparramiento o enanismo, anormalidades de la hoja como enrollamiento, encrespamiento (encolochamiento) y coloraciones en las puntas de estas, aborto de flores. Se han reportado más de 60 geminivirus transmitidos por mosca blanca en tomate a nivel mundial (Morales, 2004).

Las altas temperaturas y la elevada humedad han hecho que aumente esta plaga, por lo que es imprescindible contar con una buena estrategia de control evitando esta causa del ingreso de Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*) transmisora del complejo Geminivirus a unidades con condiciones protegidas. La mejor defensa contra los virus son las variedades resistentes, porque no hay vacunas contra los virus de plantas (Morales, 2004).

b) *Virus del Mosaico del tabaco.*

El virus del Mosaico del tabaco (**VMT**) es uno de los virus de mayor distribución, cuyos síntomas en tomate son muy parecidos a los del virus del mosaico del tomate (**VMT_o**). Los síntomas producidos en tomate por estos dos virus varían desde un mosaico ligero, acompañado o no por deformación de las hojas, hasta un mosaico amarillo brillante, necrosis en los tallos, hojas y frutos y un ligero enanismo. Estos virus son transmitidos fácilmente por medios mecánicos, por semillas infectadas, por contacto y por el suelo. En los restos de cosecha pueden permanecer hasta por dos años (Mejía, 2003).

Las tácticas para su manejo son de carácter preventivo, tales como: el tratamiento de la semilla, eliminar los rastrojos de cultivos anteriores y reducir al mínimo las prácticas culturales que impliquen el manipuleo de plantas, como deshije, amarre, etc. (Morales, 2004).

c) *Geminivirus*

Los geminivirus son un grupo de virus de gran importancia en el tomate, son transmitidos por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), lo cual hace que su manejo sea aún más difícil. Todos estos virus causan síntomas parecidos que hace difícil su identificación, los síntomas más comunes son mosaicos o amarillamientos leves o severos, según la etapa de infección de la planta, achaparramiento o enanismo, anomalías de la hoja como enrollamiento, encrespamiento (encolochamiento) y coloraciones en las puntas de estas, aborto de flores. La mosca blanca Biotipo B es de importancia económica para el cultivo de tomate, en la tabla 2 se detallan algunos biotipos de (*Bemisia tabaci*) (Mejía, 2003).

Tabla 2: Principales biotipos de Mosca blanca (*Bemisia tabaci*), la zona de donde se originaron y los principales hospederos de cada uno de ellos.

Hospedero	Biotipo	Origen
Algodón	A	América
Algodón	BR	Brasil
Tomate, Soja, Melón	B	África
Sandía	H	Asia
Algodón	L	Asia
Tomate, Pepino	Q	Europa
Algodón	NI	América

Fuente: Mejía, L. 2003.

Según el MAGA (2015), se han reportado más de 60 geminivirus transmitidos por mosca blanca en tomate a nivel mundial. Entre los geminivirus que se han reportado en Guatemala en tomate está el siguiente:

TYLCV Tomato Yellow Leaf Curl Virus o Virus del enrollamiento foliar amarillo del tomate; virus del enrollamiento de la hoja amarilla del tomate, es un virus de alta importancia para la producción de tomate bajo condiciones de invernadero, transmitida principalmente por *Bemisia tabaci* biotipo B. La mejor defensa contra los virus son las variedades resistentes, porque no hay vacunas contra los virus de plantas (Morales, 2004).

Según MAGA (2015) La mosca blanca es el principal insecto trasmisor de virus en tomate. Transmite diversos geminivirus, que pueden causar pérdidas de consideración, sobre todo cuando el ataque se presenta en etapas iniciales del cultivo.

d) *Experiencias del Manejo Integrado de Geminivirus en la región Centroamericana.*

Los sistemas de producción de hortalizas presentan varias características que dificultan la aplicación de programas de MIP, como lo son la alta rentabilidad de sus productos, su corta temporada de producción, y el ataque de insectos y patógenos con gran capacidad reproductiva y de diseminación. Esto hace que los agricultores apliquen plaguicidas en forma excesiva (con mucha frecuencia y en altas dosis), puesto que la inversión se puede recuperar a corto plazo (Hilje, 2001).

Sin embargo, sus altos beneficios económicos podrán ser pasajeros, pues el sobreuso de plaguicidas puede desencadenar procesos y fenómenos inconvenientes en aspectos agrícolas, económicos y ambientales, como lo son la conversión de plagas secundarias en primarias, y el desarrollo de resistencia. Un ejemplo de esto es la crisis provocada en el último decenio por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) (*Homóptera: Aleyrodidae*) en varias hortalizas y otros cultivos anuales, especialmente en los sistemas agrícolas de las regiones tropicales y subtropicales (Brown, Brown y Bird, e Ioannou, Citados por Hilje, 2001).

B. tabaci tiene 17 razas o biotipos, de los cuales al menos seis están en América (Brown et al.1995, De Barro y Driver 1997). El biotipo B, que es originario del Viejo Mundo (Brown et al. 1996), es considerado por algunos autores como una nueva especie, (*B. Argentifolii*) (Bellows et al. 1994), pero sobre ello hay mucho debate.

Contrasta con el biotipo A, que es el original, en los siguientes aspectos: tiene mayor fecundidad, completa su desarrollo en el cultivo de tomate, ataca un mayor número de cultivos, tiene mayor tolerancia al frío, e induce varios síndromes particulares (Perring, citado por Hilje 2001).

La premisa básica del MIP es que, por lo complejo que es enfrentar a las plagas, un solo método generalmente es insuficiente para tener el éxito deseado. A su vez, el MIP se sustenta en tres principios: convivencia, prevención y sostenibilidad, los cuales se pueden aplicar para el manejo de mosca blanca, ya sea como vector de geminivirus o como plaga directa (Hilje, 2001).

2.2. Injerto en tomate

El injerto se define como la unión de dos porciones de tejido vegetal viviente de modo que se unan, crezcan y se desarrollen como una sola planta. Los orígenes de esta técnica son muy antiguos en especies leñosas. En 1000 a.C. ya era conocida por los chinos. Aristóteles (384-322 a.C.) en algunas de sus obras se refería a los injertos con bastante conocimiento del tema. Durante el Imperio Romano y después en el Renacimiento (1300-1500 d.C.) existía interés por los injertos y fueron muy populares. Desde el siglo XVI en Inglaterra se usaban el método de hendidura y lengüeta, además se sabía que las capas de cambium debían coincidir (Hartman et al, 1984).

La técnica de injerto ha sido más estudiada en especies frutales, con diferentes propósitos; la mayoría como medio de propagación vegetativa o asexual y para obtener resistencia a enfermedades. El injerto en hortalizas comienza por primera vez injertando sandía (*Citrullus lanatus*) sobre calabaza (*Lagenariasi ceraria*) en Corea y Japón en 1914, para reducir la incidencia de enfermedades del suelo, principalmente para *Fusarium* (Lee et al., 1998), de manera comercial inicia en 1920 (Oda, 2002).

Lee et al, (2003), mencionan el uso del injerto para producir una calabaza gigante con dos sistemas radicales, descrito en un libro antiguo escrito por Hong (1643-1715) en Corea. Sin embargo, estos mismos autores comentan que esta técnica no parece haber sido una práctica común antes del siglo XX en Asia.

En la actualidad el injerto en hortalizas se utiliza en varias partes del mundo, con diferentes propósitos. Esta técnica poco a poco se fue integrando para otras especies, en 1950 se utilizó la berenjena escaleta (*Solanum integrifolium*) como portainjerto, injertando berenjena (*Solanum melongena*) sobre esta.

2.2.1. Comportamiento de la producción con plantas injertadas

En la década de 1990, 59 % de la producción en Japón (melón, sandía, pepino, tomate y berenjena) y 81 % en Corea se realizaba con plántulas injertadas (Lee, 1994; Lee et al, 2003).

En 1992, Lee (1994) reportó 337 millones de plántulas injertadas anualmente en Corea, 651 millones en Japón. Más del 95 % de las sandías en ambos países son injertados. La mayoría de los pepinos en invernadero son injertados, a campo abierto de 10 a 30 %. Para 2005 en Japón se injertaban 500 millones de plántulas anualmente (Kobayashi, 2005).

2.2.2. Métodos de injertación

El método empleado varía de acuerdo con la especie y en cada una de ellas el porcentaje de prendimiento está relacionado con el método de injertación. En tomate el más generalizado es el método de empalme y en cucurbitáceas el de aproximación.

a) Método de empalme

Este es uno de los métodos más sencillos y utilizados a nivel comercial, muy aceptado en tomate considerando el número de plantas necesarias para una hectárea. El diámetro de tallo recomendado para este método es 1.5 a 2.0 mm, que se alcanza entre 25 y 28 días después de la siembra, dependiendo del material.

El portainjerto e injerto deben tener el mismo diámetro para facilitar el prendimiento. Se realiza un corte inclinado en 45°, en el portainjerto puede realizarse por arriba o por debajo de los cotiledones. En el injerto se realiza un corte similar en longitud e inclinación por arriba de los cotiledones, de preferencia se debe realizar el corte en un solo movimiento con navajas filosas como las de afeitarse (Hartman et al, 1984).

Las superficies cortadas se colocan juntas procurando poner en contacto a las regiones del cambium, por eso es necesaria la homogenización del diámetro de los tallos.

b) Método de hendidura

El injerto de hendidura es un método conveniente para injertar tallos herbáceos. En papa (*Solanum tuberosum*) se realizan injertos de cuña cuando los brotes tienen 15 a 22.5 cm de alto; esto permite la producción de tubérculos y evita el riesgo de enraizamiento del injerto (Hartman et al, 1984).

c) Injerto de aproximación

La característica que distingue a este método es que se injertan dos plantas independientes entre sí, cada una con su sistema radical (Hartman et al, 1984). Es un método muy recurrido cuando el productor no cuenta con una cámara para la fase post-injerto, aunque es más laborioso que los otros dos métodos.

Sobre el portainjerto se realiza un corte en forma de lengua hacia abajo, esta última recomendación es importante dado que el portainjerto es quien da el soporte a la planta. Al injerto se le realiza un corte similar, pero en dirección contraria; es decir, hacia arriba. Cuando la unión está completa, el injerto es cortado por debajo de la unión y la parte aérea del portainjerto se elimina para formar así una sola planta, en ocasiones este proceso se realiza de forma gradual (Bonffelli, 2000; Hartman et al, 1984; Lee et al, 2003).

2.2.3. Propósito del injerto

El auge de los injertos en hortalizas comienza a raíz de las restricciones en el uso del bromuro de metilo en el año 2005, sobre todo en países desarrollados. Sustancia relacionada con la destrucción de la capa de ozono. En la agricultura su uso es como desinfectante del suelo, eliminando hongos, bacterias, nematodos y semillas de malezas. Inicialmente el propósito de usar plántulas injertadas era para la prevención de enfermedades fitopatógenos alojadas en el suelo, caso específico de la marchitez por *Fusarium*, minimizando el uso de productos químicos (Velasco, 2013).

a) Tolerancia a factores adversos

Los injertos en hortalizas también se han utilizado para la producción bajo condiciones desfavorables en la producción. Como el caso del pepino injertado sobre (*Cucurbita ficifolia*) obteniendo tolerancia al frío.

Se ha encontrado que la sandía injertada sobre Shintosa (*Cucurbita máxima x C. moschata*) adquiere tolerancia a la sequía, Shintosa No1 también al ser utilizado como portainjerto en pepino ha mostrado crecimiento estable en varias temperaturas del suelo (Oda, 2002).

b) Incremento en rendimiento, vigor y calidad

Múltiples trabajos han demostrado el efecto del portainjerto sobre el vigor, calidad y rendimiento de la variedad injertada.

La causa principal de este efecto es el abundante sistema radical de los portainjertos, que tiene la capacidad de proveer de mayor cantidad de nutrimentos, agua y hormonas (Lee, 1994).

Las citocininas son sintetizadas principalmente en la raíz, plantas con un sistema radical vigoroso produce mayor cantidad de esta hormona y el incremento en el rendimiento dado por un portainjerto vigoroso está asociado con el contenido total de citocininas en el xilema (Lee et al, 2003).

c) Resistencia a enfermedades

La raíz del portainjerto generalmente es vigorosa y muestra resistencia a enfermedades alojadas en el suelo, como las causadas por *Fusarium*, *Verticillium* y *Pyrenochaeta*. Aunque la resistencia y tolerancia varía considerablemente con el portainjerto utilizado. El mecanismo de resistencia, no se sabe con exactitud.

Se ha encontrado resistencia a *Fusarium* en plántulas sin injertar cuando presentan raíz muy vigorosa; incluso esta resistencia es comparable con plántulas injertadas, pero aún falta investigación al respecto. La resistencia a una enfermedad puede variar a lo largo del desarrollo del cultivo (Lee, 1994).

2.3. Validación.

Un aspecto fundamental de la transferencia experimental en validación es la medida en que el productor acepta la tecnología. Esto está íntimamente ligado a la facilidad y eficiencia con que se efectúa la transferencia, a las bondades que la tecnología promete a los ojos del productor, a la capacidad económica del productor y al grado en que la tecnología cabe dentro de la priorización propia del productor, según sus necesidades y valores socioculturales. También el correcto tiempo durante el año en que se transfiere la tecnología, además de ser requisito en muchos casos, influye en la aceptación. Algunas tecnologías que no dependen de la estacionalidad serán mejor recibidas en momentos en que la utilización de mano de obra es menor, como lo es la época seca para los productores que no tienen riego. Asumiendo que la tecnología es costeable por el productor (autocosteable), la aceptabilidad se ve reflejada en cómo éste cubre el costo de la tecnología, incluyendo mano de obra Radulovich et al (1993).

Al respecto, se pueden identificar cuatro tipos de interacción con productores sobre la cobertura por éste del costo de la tecnología, de los cuales los tres primeros pueden ser considerados en validación en la medida que simulen la interacción que se dará al proceder posteriormente a difundir la tecnología, aunque se nota que en la medida que la tecnología no es autocosteable así se puede suponer que disminuye su factibilidad de implementación a escala y correspondiente sostenibilidad:

- 1- El productor cubre todos los costos de la tecnología de su propio capital. Este es el caso idóneo, y aquellas tecnologías que el productor pueda o quiera costear tendrán un mayor potencial de difusión posteriormente.
- 2- El productor requiere de un préstamo, total o parcial, para cubrir los costos de implementar la tecnología. En caso de que el productor no pueda o quiera costear la tecnología, es posible financiarle parte del costo (sobre todo lo que requiere desembolso de efectivo). Esto es congruente con mantener un contexto real, ya que es de suponer que algún programa futuro de extensión podrá o deberá incluir financiamiento de las tecnologías que así lo requieran, sobre todo de aquellas tecnologías productivas con producto de alto valor de mercado.

- 3- El productor requiere que se le regale total o parcialmente lo que hay de costos en una tecnología (subsidio). Esto, que a la luz de experiencias pasadas pareciera negativo, puede ser aceptable dentro de un contexto real sobre todo para tecnologías que tienen un carácter de beneficio social y ambiental. Por ejemplo, programas que regalan árboles para reforestación. Solamente en estos últimos casos podría ayudarse al productor con los costos y no en forma general. El tema del subsidio es retomado posteriormente en referencia a adopción.
- 4- El productor no acepta la tecnología, aunque los costos estén cubiertos por quienes la promueven.

La aceptabilidad de la tecnología para los casos 1, 2 y 3 puede ocurrir de dos maneras: a) ad portas, es decir de entrada, con solo que el productor entienda los beneficios tras una explicación o, b) después de haber observado él o ella los beneficios de la misma en alguna instancia demostrativa. Aunque el primer caso es ideal por sencillo, es conveniente establecer la tecnología en forma demostrativa para que el productor pueda tomarla habiendo constatado, por observación y opinión de otros productores, los beneficios que reporta o por lo menos habiendo visto la tecnología en operación. Este último caso implica demoras, a menudo necesarias, en el proceso de llevar tecnologías al productor para que sean aceptadas por éste cubriendo los costos. Es interesante notar que el método de enseñanza tradicionalmente utilizado de padres a hijos entre productores en Centroamérica, es precisamente haciendo o viendo hacer y no tanto explicando verbalmente, lo cual evidencia la necesidad de mostrar la tecnología y su operación para lograr su aceptación (Urueta y Karremans, 1993).

La validación de tecnologías forma parte de la metodología de investigación en sistemas de producción y se utiliza en diversas partes del mundo. Los objetivos de la validación de tecnologías, que son básicamente compartidos por los diferentes autores, han sido resumidos por Radulovich et al (1993) como:

- a. Producir información en un contexto real sobre los efectos que una tecnología puede tener en los sistemas objeto. Esto definirá la conveniencia de transferir una tecnología, en función tanto de las ventajas productivas, socioeconómicas y ambientales que ofrece, como del tipo de productores que se pueden beneficiar de ella.
- b. Producir información sobre el esfuerzo de extensión que se necesitará para posteriormente transferir la tecnología a productores, una vez validada. En este sentido, la validación es también una investigación sobre transferencia.

Por otra parte, tradicionalmente se ha visto la validación de alguna tecnología como el paso final en el proceso de investigación, cuando una tecnología es llevada a los productores para evaluar su pertinencia en el contexto mismo del usuario potencial. Así, antes de someter una tecnología promisoría a difusión masiva, se obtiene información sobre cómo funcionará al ser manejada por los productores. Este modelo, sin embargo, ha sido superado, ya que la participación de los pequeños productores y sus familias es considerada fundamental en los diversos estadios de la investigación y no solamente en el último, después de que los investigadores han diseñado y realizado su investigación. Al respecto, y entre otros, Ashby (1986; 1990) y Versteeg y Koudokpon (1993) citados por Radulovich et al (1993), describen las ventajas de incluir a los productores en las diversas fases de una investigación.

De esta forma, el proceso de investigación se realiza de una manera más eficiente y, desde un principio, se orienta hacia el resultado final de la investigación, el cual es la validación. De esta forma, la validación de tecnologías deja de ser un punto final de la investigación para convertirse en el principal resultado de esta, hacia el cual se apuntan los esfuerzos desde un principio. Vista de esta manera, la validación de tecnologías se convierte en un modelo de investigación que se puede ejecutar desde un inicio y no solamente como el cierre de la investigación (Radulovich et al, 1993).

2.3.1. Validación prospectiva

La validación, implica transferir experimentalmente tecnologías a productores y darles seguimiento durante el proceso hasta concluirlo (Radulovich et al, 1993).

2.3.2. Validación a nivel de finca o comunitaria.

Según Radulovich (1993), estas dos modalidades de validación, que no necesariamente son excluyentes, se refieren a la distinción que hay que efectuar en algunos casos en que para lograr el adecuado funcionamiento de alguna tecnología es conveniente o necesario implementarla con grupos de productores o con una comunidad. Este es el caso de tecnologías con un costo de implementación mayor que el que un productor individual puede costear, como es un pozo profundo o la compra de un semental.

Algunas tecnologías requieren del nivel comunitario para su implementación, ya sea por el costo de implementación, el requerimiento de mano de obra para su manejo, el volumen mínimo de producción necesario para lograr rentabilidad, u otras circunstancias como pueden ser lograr apoyo estatal para desarrollo de infraestructura, la concesión de tierras para un bosque comunitario, el establecimiento de una cooperativa de comercialización, o el manejo comunitario de un recurso público como agua para riego (Radulovich et al, 1993).

2.3.3. Validación de tecnologías dentro del enfoque de sistemas.

Como parte de la investigación sobre sistemas de producción, la noción sobre desarrollo rural se enfoca a lo siguiente (Radulovich et al, 1993):

- 1- Para que una nueva tecnología tuviera éxito entre los productores se tendría que considerar no únicamente los requisitos biofísicos sino también los requisitos socioeconómicos de una mejora en un sistema de cultivo.
- 2- Esto implicaría una visión del sistema de producción (la finca) en su totalidad, incluyendo al productor y familia, y más allá de la finca: los sistemas regionales, nacionales y hasta globales de los cuales forma parte.

Se desarrollaron y aplicaron enfoques y metodologías para hacer frente a este reto de investigación aplicada, que iba más allá del simple aumento de producción en condiciones más o menos controladas en estaciones experimentales. Esto conllevó a incorporar al proceso de investigación elementos de extensión, para poder llevar a los productores las tecnologías simulando procesos de extensión.

2.4. Experiencias en la utilización de Injerto para la tolerancia a enfermedades.

A nivel mundial, los primeros indicios de marchitez bacteriana surgieron en Italia en el año 1882, de allí se considera la posible diseminación a otras partes del mundo como Asia, África del Sur, la India, Indonesia, Japón, Norte de Australia (Ceilán) y consecuentemente Suecia y Holanda (López. 2004).

Aristondo (2015) sobre la tolerancia a marchitez bacteriana, provocada por (*R. Solanacearum*) en el municipio de Camotán, Chiquimula, se obtuvo como resultado una tolerancia significativa de los materiales evaluados, por ello en la presente investigación se evaluarán cuatro patrones y dos materiales genéticos, con la finalidad de encontrar un injerto con tolerancia a las enfermedades antes expuestas.

De León (2018) determinó a través de la investigación que la alternativa es la implementación del método de injerto de empalme, utilizando materiales con alto grado de tolerancia a enfermedades, el híbrido Tabaré RZ injertado sobre Ipala F1 presentó una alta tolerancia a (*Ralstonia solanacearum*) y tolerancia intermedia al geminivirus **TYLCV** en comparación con el testigo que posee una baja tolerancia.

Los efectos provocados por la estimulación del injerto sobre cada uno de los tratamientos no son únicamente relacionados a la tolerancia a enfermedades, también van desde la estimulación para la formación de flores, hasta incrementar la cantidad de frutos por racimo.

Durante el desarrollo de la investigación no se observó un efecto directo en la determinación del color del fruto y la cantidad de semillas por lóculo. La compatibilidad de los materiales vegetales evaluados en relación con la interacción entre estos mediante el proceso de injerto, analizados a través del crecimiento foliar, la estimulación de la vigorosidad de la planta, el crecimiento del grosor o diámetro del tallo se determina que existe un efecto directo entre la relación del crecimiento y vigorosidad de una planta con relación a la tolerancia a enfermedades y aprovechamiento de nutrientes.

3. Objetivos

GENERAL:

Conocer la opinión de los agricultores sobre el uso y manejo del híbrido de tomate Tabaré injertado, tolerante a *Ralstonia solanacearum* E.F. Smith y geminivirus, en San Marcos, Guatemala.

ESPECÍFICOS:

- Validar el híbrido de tomate Tabaré injertado sobre Ipala, con tolerancia a marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*) y geminivirus, para el altiplano marquense, Guatemala.
- Estimar el rendimiento producido por el híbrido Tabaré injertado sobre Ipala, bajo condiciones de manejo del productor.
- Determinar la rentabilidad del híbrido Tabaré injertado, para su producción en la zona del altiplano de San Marcos.

4. Hipótesis

Ha. El híbrido Tabaré injertado sobre Ipala supera significativamente en rendimiento, al testigo del productor en las localidades del altiplano de San Marcos.

Ho. El híbrido Tabaré injertado sobre Ipala no supera significativamente en rendimiento, al testigo del productor en las localidades del altiplano de San Marcos.

5. Metodología

5.1 Localidad y época

Las parcelas de validación o de prueba se establecieron en las principales zonas tomateras del altiplano de San Marcos (1800 a 2500 msnm), seleccionándose para ello áreas de producción a nivel de asociaciones con productores locales, quienes realizaron las actividades que acostumbran dentro de sus cultivos, específicamente en sitios con antecedentes de presencia de Marchitez bacteriana e ingreso de Mosca blanca.

La época en la que se llevó a cabo la validación fue durante el ciclo de cultivo del año 2019. Las localidades donde se realizó el proceso de validación fueron 10 de acuerdo con el número de unidades establecidas para validaciones en el cultivo de tomate según Ashby, 1990. Utilizando áreas con condiciones climáticas heterogéneas para garantizar la estabilidad ambiental del tratamiento evaluado, las localidades se describen en el siguiente cuadro:

Tabla 3: Ubicación de las parcelas de validación del híbrido de tomate Tabaré injertado, tolerante a marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum* E.F. Smith) y geminivirus, en San Marcos y Quetzaltenango, Guatemala.

LOCALIDAD	MUNICIPIO	COORDENADAS	DISTANCIA DE LA CABECERA MUNICIPAL	CLIMA	TEMPERATURA PROMEDIO	ALTITUD MSNM
Cabajchum	San Miguel Ixtahuacán	15°15'00'' N, 91°45'0'' O.	3 km	Frio	14.8° C	2 054
Siete Platos	San Miguel Ixtahuacán	15°15'00'' N, 91°45'0'' O.	2 km	Frio	18° C	2 000
Pie de la Cuesta	Sipacapa	15°12'46'' N, 91°38'03'' O.	2 km	Frio	21° C	1 970
Cuya	Tejutla	15°07'21'' N, 91°48'19'' O.	8 km	Frio	14.8° C	2 500
Las Barrancas	San Antonio Sacatepéquez	14°58'00'' N, 91°44'00'' O.	12 km	Templado	22° C	1 832
San José Granados	San Antonio Sacatepéquez	14°57'38'' N, 91°43'55'' O.	18 km	Templado	20° C	2,338.65
San José las Islas	San Marcos	14°55'15'' N, 91°39'13'' O.	15 km	Frio	12.1° C	2,501
Agua Caliente	San Marcos	14°55'15'' N, 91°39'13'' O.	10km	Templado	12° C	2,474
San José Buena Vista	Palestina de los Altos	14°54'11'' N, 91°44'06'' O.	15km	Frio	12.1° C	2,700
Buena Vista	Palestina de los Altos	14°57'10'' N, 91°45'22'' O.	21 km	Frio	10° C	2,727

Tabla 4: Vías de acceso de las parcelas para la validación del híbrido de tomate Tabaré injertado, tolerante a marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum* E.F. Smith) y geminivirus, en San Marcos y Quetzaltenango, Guatemala.

No.	LOCALIDAD	DESCRIPCIÓN
1	Cabajchum, San Miguel Ixtahuacán	Cuenta con vía de acceso entrada a aldea Sibinal, posteriormente terracería hasta el centro de la comunidad.
2	Siete Platos, San Miguel Ixtahuacán	Cuenta con una vía de acceso, por la carretera asfaltada en buenas condiciones que conduce a la cabecera departamental de Huehuetenango.
3	Pie de la Cuesta, Sipacapa.	Con vías de acceso desde el cruce de san Miguel Ixtahuacán, rumbo a la cabecera municipal con carretera asfaltada en buenas condiciones.
4	Cuya, Tejutla	Cuenta con una vía de acceso, que conduce a la cabecera municipal de Tejutla la cual se encuentra en regulares condiciones, y es transitable durante todo el año.
5	Las Barrancas, San Antonio Sacatepéquez	Cuenta con una vía de acceso, desde el municipio a través de la carretera interamericana, ingresando por el sector conocido como gancho de San Antonio, siguiendo un camino de piedra, aproximadamente a 10 km
6	San José Granados, San Antonio Sacatepéquez	Cuenta con una vía de acceso, por la carretera interamericana, hacia la ciudad de Quetzaltenango la cual se encuentra en buenas condiciones, y es transitable durante todo el año, para llegar a la comunidad se pasa por calles de empedrado.
7	San José las Islas, San Marcos	Con vías de acceso en la carretera que conduce a Esquipulas Palo Gordo, en jurisdicción a la planta de tratamiento de aguas residuales de Esquipulas, aproximadamente 10 km de recorrido.
8	Agua Caliente, San Marcos	Cuenta con una vía de acceso, desde el municipio de San Marcos a través de calles pavimentadas hasta las primeras casas de la aldea posteriormente terracería al centro de la comunidad.
9	San José Buena Vista, Palestina de los Altos	Cuenta con una vía de acceso, por la carretera interamericana, hacia la ciudad de Quetzaltenango la cual se encuentra en buenas condiciones, y es transitable durante todo el año, para llegar a la comunidad se pasa por calles de empedrado y de terracería.
10	Palestina de los Altos	Cuenta con una vía de acceso, por la carretera interamericana, hacia la ciudad de Quetzaltenango la cual se encuentra en buenas condiciones, y es transitable durante todo el año, para llegar a la comunidad se pasa por calles de empedrado y de terracería.

5.2 PARCELAS PAREADAS.

Esta técnica consistió en parear las parcelas de prueba y aplicar a cada tratamiento en estudio, haciendo la aplicación por sorteo; empleando 2 pares de tratamientos, luego se estudiaron las diferencias entre los pares, considerando a dichas diferencias como muestra de una unidad de población.

Este método es utiliza cuando se tienen únicamente dos tratamientos por comparar; recomendable bajo las siguientes circunstancias:

- a. Cuando las unidades experimentales o parcelas o el suelo son muy heterogéneos, pero hay similitud entre parcelas contiguas o las unidades experimentales están correlacionadas.
- b. Cuando se tiene un número reducido de unidades experimentales.
- c. Cuando es posible parear.

5.3. Tratamiento

Tabla 5: Descripción de los tratamientos utilizados dentro de la validación del híbrido de tomate Tabaré injertado, tolerante a Marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum* E.F. Smith) y geminivirus.

No. tratamiento	Material Genético	Patrón
1	Tabaré RZ	Ipala F1
2 (Testigo absoluto)	Cultivar utilizado por el agricultor.	

5.3.1. Descripción de los tratamientos a evaluar:

Tratamiento 1: En este tratamiento se utilizó el híbrido Tabaré injertado sobre el patrón Ipala F1, cultivar con habito de crecimiento indeterminado, planta con vigor medio y entrenudo largo., tomate tipo saladet para recolección en rojo, fruto alargado y ramillete bastante grande, buen cuaje con altas temperaturas. buena firmeza, con tolerancia alta a Marchitez (*R. Solanacearum*), y tolerancia media a geminivirus como el TYLCV (ty1-ty3) y TMV (ty5).

Tratamiento 2: Este tratamiento fue el que utilizó el productor dentro del área de estudio, en el **Tabla 6** se describen los cultivares utilizados en la presente validación, debido a la alta demanda en la producción de tomate.

Tabla 6: Cultivares utilizados por cada una de las localidades donde se realizó la validación.

Localidad	Cultivar
Cabajchum, San Miguel Ixtahuacán	San Rafael
Siete Platos, San Miguel Ixtahuacán	Tabaré
Pie de la Cuesta, Sipacapa.	Tabaré
Cuya, Tejutla	Tolimán
Las Barrancas, San Antonio Sacatepéquez	Tolimán
San José Granados, San Antonio Sacatepéquez	Silverado
San José las Islas, San Marcos	Tabaré
Agua Caliente, San Marcos	Tabaré
San José Buena Vista, Palestina de los Altos	Tabaré
Palestina de los Altos	Culman

5.4. Tamaño de la parcela de prueba.

La parcela de prueba esta constituida por un invernadero de 7 metros de ancho por 21 metros de largo (147 m²), dentro de la parcela se estableció el cultivar que utilizaba el agricultor (**Tabla 6**) y el híbrido Tabaré injertado sobre Ipala.

5.5. Modelo estadístico

Parcelas pareadas:

Dónde:

$$t = \frac{d}{S_d}$$

t = valor de t de Student.
d = promedio de las diferencias de rendimiento entre el injerto y la variedad local.
S_d = error estándar de las medias de las diferencias entre rendimiento.

- **Análisis de estabilidad:**

Dónde:

$$Y_{ij} = U_i + B_i + I_j + S_{ij}$$

Y_{ij} = es la medida varietal de la i-ésima variedad en el j-ésimo ambiente (i = 2, J = 50).
U_i = la medida de i-ésima variedad a través de todos los ambientes.
B_i = coeficiente de regresión que mide la respuesta de la variedad i en varios ambientes.
I_j = índice ambiental obtenido como promedio de todas las variedades en el j-ésimo ambiente menos la media general.
S_{ij} = desviación de regresión de la variedad i en el ambiente j. (Di Rienzo, et al. 2008).

5.6. Variables de respuesta

5.6.1. Rendimiento

Determinado en kg/ha, clasificando el tomate en categoría: primera, segunda y tercera, los calibres se describen en la **Tabla 7** todos pesados en kg/ha

Tabla 7: Calibres de frutos de tomate para su clasificación

Clasificación	Diámetro inferior	Diámetro Superior
PRIMERA	67 mm	82 mm
SEGUNDA	47 mm	67 mm
TERCERA	37 mm	47 mm

5.6.2. Análisis Financiero (Rentabilidad)

Para establecer la rentabilidad del tratamiento y del testigo, se analizó el parámetro económico. Según el CIMMYT (1988), como parte esencial de los resultados, pues ayuda al investigador a considerarlos desde el punto de vista del productor y así poder decidir cuáles son los tratamientos que merecen mayor investigación y cuáles son las recomendaciones que se le deben proponer a los productores.

Las fases de elaboración del análisis económico serán las siguientes:

a) Presupuesto parcial

El presupuesto parcial se calculará de acuerdo con el siguiente procedimiento:

a.1. Rendimientos medios: Los rendimientos medios para utilizar serán los obtenidos por el promedio de las diferentes parcelas de prueba.

a.2. Precio de campo del producto: Se calculará tomando el precio que los productores reciben por kg de tomate al momento de su venta, descontando los costos por pago de actividades considerados para la cosecha y pago de transporte de la cosecha hacia los centros de comercialización.

- a.3. Beneficio bruto de campo: Es lo que percibirá el productor por la venta de su producto. Se calculará multiplicando el precio de campo por los rendimientos.
- a.4. Costos que varían: Estos se calcularán tomando en cuenta los costos que difieren de un tratamiento a otro. Determinando el costo que genera el atender una parcela de prueba del tratamiento en comparación con el testigo.
- a.5. Beneficios netos: Los beneficios netos se determinarán a través de la diferencia entre los costos que varían y los beneficios brutos generados.

b) Análisis marginal

El análisis marginal se calculó de acuerdo con el siguiente procedimiento:

b.1. Análisis de dominancia

se efectuará, ordenando los tratamientos de menor a mayor del total de costos que varían. El tratamiento se considerará dominado cuando posea beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos. Los tratamientos dominados ya no se tomarán en cuenta para la curva de beneficios netos.

b.2. Curva de beneficios netos

Cada tratamiento se identificó con un punto, según sus beneficios netos y el total de los costos que varían. Las alternativas que no son dominadas se unieron con una línea.

b.3. Tasa de retorno marginal

Se calculó el beneficio neto marginal, el aumento en beneficios netos, dividido por el costo marginal, estableciendo el promedio de lo que el productor podría ganar al decidir cambiar de un tratamiento a otro, expresándolo en porcentaje.

b.4. Tasa de retorno mínima aceptable

La tasa de retorno mínima aceptable, es el porcentaje que los productores deberían de percibir como mínimo por la inversión adicional realizada. La tasa mencionada se calculó por medio de los procedimientos: Mercado formal del capital y tasa de retorno mínima aproximada.

b.5. Análisis usando residuos

Este se calculó para verificar los resultados del análisis marginal.

c) Variabilidad

La variabilidad, o sea, la diferencia en ganancias que pueda percibir un productor por el cambio en las condiciones del mercado se calculó de acuerdo con el siguiente procedimiento:

c. 1. Análisis de sensibilidad

Este se realizó para determinar si una recomendación soportará una variación en los precios del mercado del tomate a futuro, los riesgos que se corren en cuanto al cambio de precios pasan más por la variabilidad del precio del tomate en el mercado, la variabilidad del precio de los insumos necesarios para su cultivo, debido a ellos el análisis de sensibilidad se estableció respecto al precio del tomate en los mercados regionales de Huehuetenango, Quetzaltenango y San Marcos.

5.7. Análisis de la información

La información de rendimiento se analizó mediante la prueba de T de Student, por ser parcelas apareadas para determinar si existen diferencias estadísticas entre el tratamiento a validar y el testigo. Para complementar los análisis se realizó una prueba de suma de rangos de Wilcoxon (análisis para variables dependientes). Para analizar la información de la rentabilidad se utilizó la propuesta de estudios económicos para datos agronómicos del CIMMYT (1988).

5.8. Manejo de las parcelas de prueba.

Las parcelas de prueba fueron manejadas por el agricultor, bajo sus condiciones agrosocioeconómicas y ambientales, con el acompañamiento del equipo de investigación únicamente para la toma de datos.

Instalaciones

Las instalaciones consisten en invernaderos tipo colombiano, estos poseen baja tecnología, contando únicamente con riego con cintas de goteo, tutorado con pita rafia, cubierta plástica y estructura constituida principalmente a base de madera.

Análisis de suelos:

Se realizaron muestreos de suelo para conocer la situación de las unidades de producción y detectar la presencia del patógeno que provoca la Marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*) a evaluar.

Análisis y Presentación de resultados.

Se analizaron los datos, presentando los resultados concluida la investigación siguiendo el formato de informe del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA). Presentándolos a la Comisión de Trabajos de graduación de la carrera de Ingeniero Agrónomo con Orientación en Agricultura Sostenible del Centro Universitario de San Marcos de la Universidad de San Carlos de Guatemala y al Comité Técnico del Consorcio Regional de Investigación Agropecuaria (CRIA) del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

Difusión de resultados.

Para la difusión de los resultados se hizo a través de panfletos con los agricultores y las instituciones involucradas en la presente investigación.

5.9. Días de campo

Se realizaron días de campo con agricultores productores de tomate y otros actores del consorcio, utilizando la metodología propuesta por De León (2014), en base a la siguiente propuesta metodológica:

5.9.1. Objetivos.

- a) Informar a los participantes sobre la utilización del híbrido Tabaré injertado, y su tolerancia a marchitez bacteriana y geminivirus. Los agricultores y agricultoras podrán observar sus principales características.
- b) Comparar la tecnología y que los agricultores y agricultoras observen los resultados.
- c) Despertar el interés de los agricultores y agricultoras sobre esta tecnología.
- d) Aclarar dudas, inquietudes, plantear interrogantes y que los agricultores y agricultoras puedan expresarlas en el día de campo.
- e) Conocer las opiniones de los participantes sobre la tecnología demostrada.
- f) Fortalecer las relaciones entre investigadores, extensionistas y los agricultores.

5.9.2. Justificación.

El día de campo se realizó en base a la necesidad e interés de los agricultores en cuanto al uso de cultivares con tolerancia a marchitez bacteriana y geminivirus, esto con la idea de poder informar, promover o despertar el interés sobre el control de plagas y enfermedades para aumentar los rendimientos del cultivo.

5.9.3. Participantes.

Los participantes al día de campo fueron los actores locales que participan dentro del consorcio regional de productores de tomate, estudiantes de agricultura, extensionistas, representantes institucionales y de centros de investigación, y toda aquella persona que esta interesada en el tema de injertos.

5.9.4. Requerimiento de recursos.

Los recursos necesarios para la realización de los días de campo han sido considerados dentro del presupuesto de esta investigación, financiados con fondos del Consorcio Regional de Investigación Agropecuaria –CRIA IICA-, Cadena de Tomate occidente.

6. Análisis de resultados

6.1. Rendimiento

El rendimiento del cultivo de tomate depende de la tolerancia a enfermedades, correcto desarrollo vegetativo y asimilación a nutrientes, para el análisis de esta variable de respuesta se transformaron los datos obtenidos en campo, traduciéndose a kilogramos por hectárea, tomando como base frutos de tomate de primera, segunda y tercera, la **Tabla 8** muestra los rendimientos obtenidos en las localidades ubicadas en la región del valle y altiplano del departamento de San Marcos y Palestina de los Altos, Quetzaltenango.

Tabla 8: Rendimiento en kilogramos por hectárea, clasificados en primera, segunda y tercera, del híbrido Tabaré injertado en comparación con los testigos comparados en las localidades de San Marcos y Quetzaltenango. 2019.

Localidad	RENDIMIENTO (kg/ha)							
	TESTIGO				TABARE X IPALA			
	Primera	Segunda	Tercera	Total	Primera	Segunda	Tercera	Total
Siete Platos	37105.75	5798.61	1049.16	43953.52	62908.74	3905.87	336.14	67150.74
Cabajchum	39450.38	4530.92	210.20	44191.50	52340.30	2641.88	83.34	55065.52
Los Chocoyos	26778.07	12054.67	3152.10	41984.84	69383.33	14532.64	1218.62	85134.59
Cuya	20958.16	6006.04	4574.44	31538.63	47798.27	4284.60	335.21	52418.08
Las Barrancas	22346.23	7165.39	4664.26	34175.88	48049.21	5200.42	630.61	53880.24
San Jose Las Islas	39930.97	13860.37	4305.90	58097.24	52014.35	17373.61	4591.11	73979.07
San Jose Granados	45554.57	16251.30	9260.00	71065.87	89058.05	27742.96	8334.00	125135.01
San José, Palestina	40135.62	5514.33	1261.21	46911.16	67264.64	24173.23	8341.41	99779.28
Agua Caliente	3032.65	1856.63	0.00	4889.28	6306.06	4204.04	0.00	10510.10
Buena Vista, Palestina	39663.36	3117.84	1389.00	44170.20	57488.86	1326.96	2315.00	61130.82
RENDIMIENTO PROMEDIO	31495.58	7615.61	2986.63	42097.81	55261.18	10538.62	2618.54	68418.34

La producción de tomate dependió de la tolerancia de cada tratamiento a las enfermedades presentes en las unidades de validación, El híbrido Tabaré injertado presentó en promedio kilogramos por hectárea de cultivo de tomate. Las variedades que se utilizaron como testigo mantuvieron un rendimiento considerable, en la unidad de validación ubicada en aldea Agua Caliente del municipio y departamento de San Marcos fue la localidad donde menor producción hubo, esto debido a las condiciones con que el productor trabajó.

La producción de tomate dependió de la tolerancia de cada tratamiento a las enfermedades presentes en la unidad productiva, se aprecia algunos tratamientos que mantuvieron una producción a pesar de la severidad de las enfermedades, el tratamiento Tabaré injertado, presentó una producción mayor a los **125,135.01 kg/ha** de cultivo.

Plantaciones como Tabaré o Silverado obtuvieron rendimientos bajos, en la localidad de Agua Caliente, San Marcos se obtuvieron rendimientos de **4,889.28 kg/ha**, muy por debajo del promedio, debido principalmente a la incidencia de *Ralstonia* y virus **TYLCV**, teniendo tomate no apto para un mercado formal, por lo tanto, la producción de tomate en condiciones extremas como la presencia de Marchitez bacteriana en el suelo y agua de riego disminuye y amenaza una producción considerable para el agricultor, es decir, el agricultor no logrará una producción que cubra, por lo menos, los costos de producción. Realizando el análisis de T de Student para parcelas pareadas, haciendo uso del 5 % de significancia se establecen los valores para la variable de respuesta: rendimiento, comprobando que existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados.

Tabla 9. Análisis de T de Student para la variable rendimiento en kilogramos por hectárea, clasificados en primera, segunda y tercera, del híbrido Tabaré injertado en comparación con los testigos comparados, en las localidades de San Marcos y Quetzaltenango. 2019.

	Grupo 1	Grupo 2
	TESTIGO	TABARÉ INJERTADO
n	10.00	10.00
Media	42 097.81	68 418.34
Varianza	298 795 686.80	951 598 379.15
Media (1) -Media (2)	-26 320.53	
LI (95)	-49 813.25	
LS (95)	-2 827.81	
pHomVar	0.0995	
T	-2.35	
gl	18	
<u>p-valor</u>	<u>0.0301</u>	

El uso de materiales de tomate injertado aumenta el rendimiento por la tolerancia a *R. solanacearum* y geminivirus, virus TYLCV. Como se puede observar en los valores de P si existe una significancia altamente estadística.

WILCOXÓN

Obs (1)	Obs (2)	N	Suma (R+)	E (R+)	Var (R+)	media (dif)	DE (dif)	Z	p (2 colas)
TESTIGO	TABARÉ	10	0.00	27.50	96.25	-26320.53	17335.78	-2.80	0.0014

Realizando la prueba de rangos de Wilcoxon se establece una alta significancia estadística, por lo tanto, el uso de injerto es fundamental para el aumento del rendimiento en el cultivo de tomate.

En base a esto se puede apreciar la obtención de rendimientos altos, como en la unidad ubicada en aldea San José Granados del municipio de San Antonio Sacatepéquez. Esto se debe al manejo que el agricultor le ha proporcionado a su cultivar y el manejo de dos ejes principales en la planta de tomate, mientras que los demás agricultores solo manejan un eje.

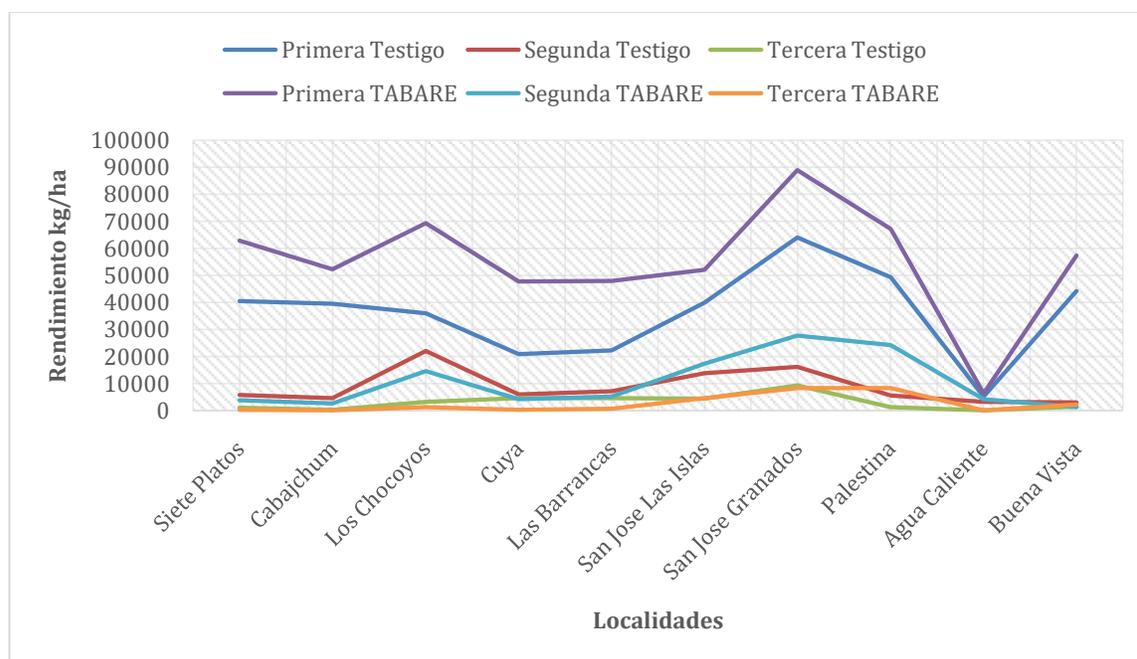


Ilustración 1: Rendimiento del cultivo de tomate del tratamiento Tabaré injertado sobre Ipala en comparación con el testigo, en las localidades donde se realizó la validación

En la Ilustración 1 se logra observar que el tratamiento Tabaré injertado sobre Ipala presentó el mejor rendimiento en las localidades de San José Granados y San José Buena Vista, Palestina.

6.2. Aceptabilidad del Agricultor

6.2.1. Talleres a Actores Locales

El proyecto de validación “Tomate: Híbrido Tabaré injertado, alternativa tolerante a marchitez bacteriana y geminivirus, altiplano marqués, Guatemala” Tiene como una de sus actividades el fortalecimiento de capacidades de las asociaciones y productores de tomate del occidente de Guatemala, a través de capacitaciones sobre el cultivo de tomate, específicamente el tema impartido consistió en conocer sobre el proceso de injerto en tomate.

En el taller los productores conocieron sobre los beneficios de utilizar este tipo de práctica como alternativa al control de enfermedades del suelo, utilizando patrones de tomate con tolerancia a enfermedades, realizando comparaciones visuales entre plantas normales y plantas injertadas, evidenciando la diferencia que existen entre estas, además se realizó un análisis sobre los beneficios de mercado que acarrea la utilización de plantas injertadas.

El taller contó con una visita a la unidad de producción de pilones de tomate dirigida por la carrera de Agronomía del Centro Universitario de San Marcos, donde se les explicó a los productores los cuidados para la producción de pilones de tomate, posteriormente se realizó la práctica de injertos, realizando dos métodos de injerto en tomate, los productores elaboraron en promedio 35 pilones injertados.

Los participantes en el evento fueron principalmente los productores que colaboran dentro del proyecto de validación, se contó con la asistencia de productores de las asociaciones que conforman el consorcio de actores locales de la cadena de tomate del programa CRIA, así como la participación de productores independientes de tomate de la región que mostraron interés en participar de las actividades del consorcio.

En el taller sobre injertos en plantas de tomate, participaron 35 personas pertenecientes a las siguientes instituciones u organizaciones:

- Asociación para el Desarrollo Integral de Cuyá, Tejutla, San Marcos –ASODIC- (1)
- Asociación Brisas del Cohatán, Tacaná (1)
- Comité de Productores Agrícolas de Palestina de los Altos, Quetzaltenango (3)
- Centro Universitario de San Marcos –CUSAM – (12)
- Comité de Productores de papa y hortalizas -COPAPA- (2)
- Técnico de campo VILMORIN (1)
- Productores de San Miguel Ixtahuacán (5)
- Productores de tomate, Tacana (4)
- Productores de tomate, San Marcos (1)
- Productores de tomate, San Antonio Sacatepéquez (3)
- Productores de tomate, San Pedro Sacatepéquez (2)

Los productores conocieron sobre que es un injerto, como se utiliza, los beneficios y cuidados que se deben de tener con una planta de tomate injertada, conocieron los distintos tipos de injertos que se utilizan en plantas de tomate, aprendieron de manera practica sobre el procedimiento para injertar plantas de tomate injertando en promedio 35 plantas de tomate, conocieron sobre las características de un invernadero para producir pilones de tomate y sobre los cuidados posteriores al injerto, como la utilización de una cámara de prendimiento, su construcción utilizando materiales locales e indicaciones de uso y trasplante de las plantas de tomate injertado.

Los productores conocieron sobre el proceso para injertar plantas de tomate, la utilización de variedades con tolerancia a enfermedades del suelo pueden aumentar los rendimientos en las unidades productivas del Consorcio de actores locales, es muy importante la promoción de alternativas asequibles a los agricultores para incentivar la producción de tomate en el occidente de Guatemala, pues es un mercado muy atractivo, varios productores independientes están interesados en formar parte del consorcio.

6.2.2. Días de campo

El proyecto de validación “Tomate : Híbrido Tabaré injertado , alternativa tolerante a marchitez bacteriana y geminivirus, altiplano marqués, Guatemala” Tiene como una de sus actividades el fortalecimiento de capacidades de las asociaciones y productores de tomate del occidente de Guatemala , a través de la demostración del comportamiento de cultivar de tomate injertado, en comparación con el testigo utilizado por el productor.

Para ello se realizó un día de campo, contando con la participación de actores locales del Consorcio Regional de Investigación Agropecuaria CRIA , y Consorcio de actores locales de la cadena de tomate , región Occidente , principalmente productores del altiplano del departamento de San Marcos y región sur de Huehuetenango . En el día de campo los productores conocieron sobre los beneficios de utilizar este tipo de practica como alternativa al control de enfermedades del suelo, utilizando patrones de tomate con tolerancia a enfermedades, realizando comparaciones visuales entre plantas normales y plantas injertadas, evidenciando la diferencia que existen entre estas , además se realizo un análisis sobre los beneficios de mercado que acarrea la utilización de plantas injertadas.

En el desarrollo de la actividad se contó con la presencia de técnicos de las unidades de fortalecimiento económico de las municipalidades de Tacaná , Tejutla y San Miguel Ixtahuacán, se contó con la asistencia de productores de las asociaciones que conforman el consorcio de actores locales de la cadena de tomate del programa CRIA , así como la participación de técnicos del Ministerio de Agricultura.

En el día de campo sobre injertos en plantas de tomate , participaron 130 personas pertenecientes a las siguientes instituciones u organizaciones:

- Asociación para el Desarrollo Integral Cuyá, Tejutla, San Marcos –ASODIC– (23)
- Centro Universitario de San Marcos –CUSAM – (20)
- Productores de tomate, San Miguel Ixtahuacán (11)
- Productores de tomate, Tectitán, Huehuetenango (3)

- Productores de tomate, Tacaná (1)
- Comité de Productores Agrícolas de Palestina de los Altos, Quetzaltenango (4)
- Comité de Productores de papa y hortalizas -COPAPA- (5)
- Productores de tomate, San Antonio Sacatepéquez (10)
- Productores de tomate, San Pedro Sacatepéquez (2)
- Productores de tomate, Esquipulas Palo Gordo (4)
- Productores de tomate, Palestina de los Altos (8)
- Productores de tomate, San Marcos (2)
- Municipalidad de San Antonio Sacatepéquez (2)
- Municipalidad de Esquipulas Palo Gordo (1)
- Municipalidad de Palestina de los Altos (1)
- Municipalidad de Tejutla (1)
- Asociación Hermana Tierra, Tacaná, San Marcos (7)
- Asociación de Promotores Agropecuarios, Tacaná, San Marcos (1)
- Asociación de Desarrollo Integral para el Occidente (6)
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (15)
- Unión Europea (2)

Los productores conocieron sobre que es un injerto, como se utiliza, los beneficios y cuidados que se deben de tener con una planta de tomate injertada, conocieron los distintos tipos de injertos que se utilizan en plantas de tomate, aprendieron de manera practica sobre el procedimiento para injertar plantas de tomate injertando en promedio 45 plantas de tomate, conocieron sobre las características de un invernadero para producir pilones de tomate y sobre los cuidados posteriores al injerto, como la utilización de una cámara de prendimiento, su construcción utilizando materiales locales e indicaciones de uso y trasplante de las plantas de tomate injertado. Así como la convivencia entre actores locales, creando un ambiente propicio para el intercambio de conocimientos y practicas entorno al cultivo de tomate . La experiencia del productor donde se realizó el día de campo fue de bastante apoyo para alcanzar los objetivos propuestos.

Los productores conocieron sobre el proceso para injertar plantas de tomate, la utilización de variedades con tolerancia a enfermedades del suelo pueden aumentar los rendimientos en las unidades productivas, dentro del Consorcio de actores locales es muy importante la promoción de alternativas asequibles a los agricultores para incentivar la producción de tomate en el occidente de Guatemala, pues es un mercado muy atractivo, varios productores independientes están interesados en formar parte del consorcio, así como el involucramiento del personal permanente y de extensión del MAGA para que colaboren con la transferencia de estas tecnologías.

6.2.3. Análisis de la aceptabilidad del agricultor

La aceptabilidad del agricultor es una percepción que el agricultor adquirió de acuerdo con los talleres, días de campo realizados, en donde se manifiesta el grado de interés de acuerdo con los materiales presentados según los rendimientos obtenidos en el híbrido Tabaré injertado y el testigo.

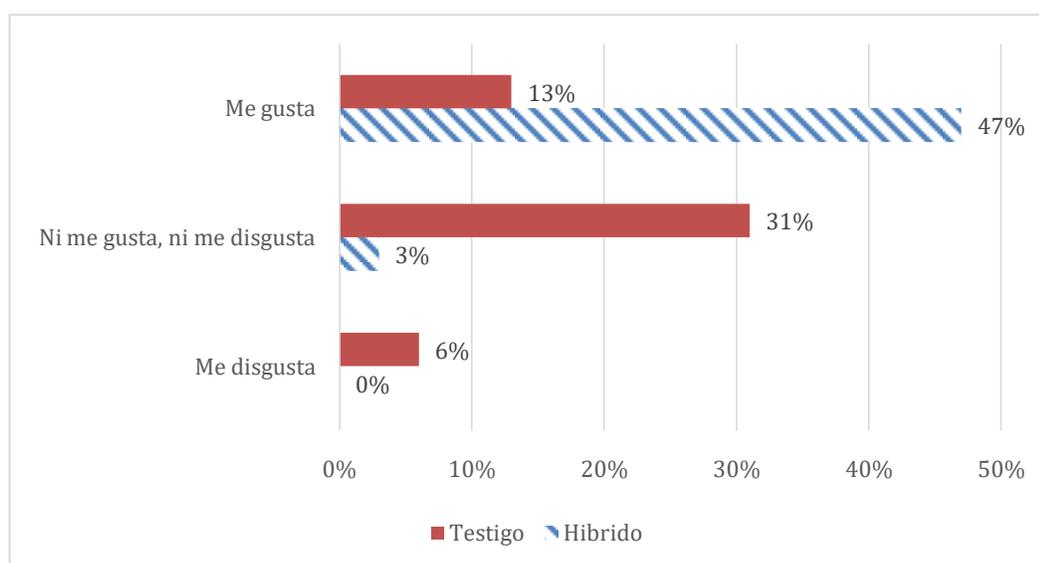


Ilustración 2: Percepción del agricultor en cuanto al uso de híbrido Tabaré injertado sobre Ipala como alternativa tolerante a Marchitez Bacteriana

Según la perspectiva del agricultor/productor, el híbrido tuvo la mayor resistencia a Marchitez Bacteriana con un 47% de aceptación, contra un 13% del testigo comparado. Esto significa que los productores que participaron de los días de campo, talleres y actividades vinculantes a este proyecto tienen cierta inclinación al uso de materiales injertados para aprovechar las características de cultivares de tomate con calidad optima para mercado pero que son susceptibles a enfermedades del suelo como o de transmisión viral, y que a través del injerto se pueden aprovechar materiales con resistencia a ambas partes, produciendo plantas con tolerancia a *R. solanacearum* y geminivirus, virus TYLCV, con altos rendimientos y de calidad de frutos.

Mediante la presencia de mosca blanca en áreas de cultivo de tomate, estas plagas son succionadoras de sabia y al mismo tiempo transmisoras del virus TYLCV Virus del enrollamiento de la hoja amarilla de tomate, provocando clorosis y muerte en plantas jóvenes, lo que conlleva a la disminuyendo en la producción, los productores de la región no están exentos a la presencia de esta enfermedad, en la **Ilustración 3** se denota la percepción del agricultor en cuanto al uso de materiales con tolerancia a esta clase de enfermedad.

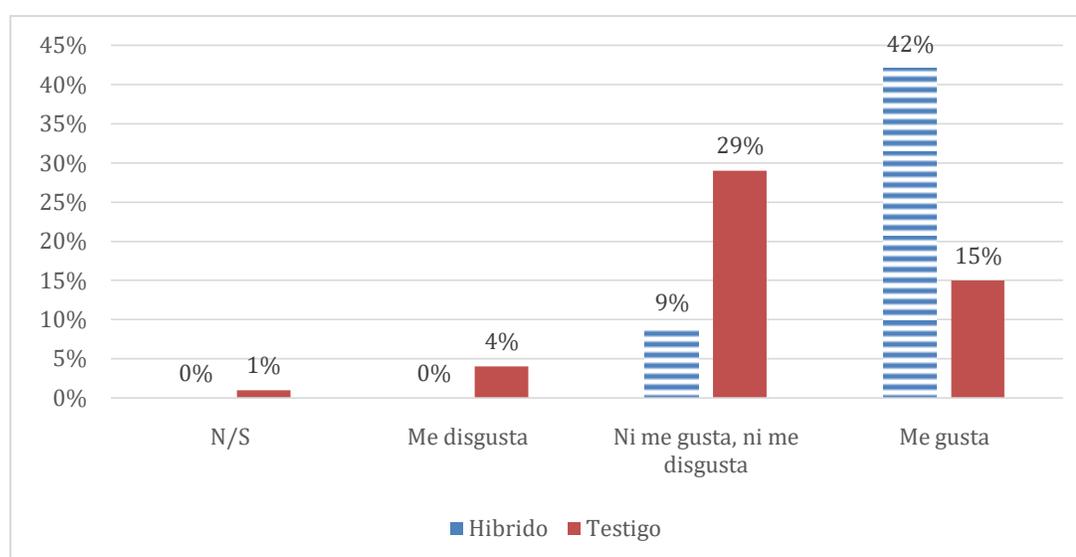


Ilustración 3: Percepción del agricultor en cuanto al uso de híbrido Tabaré injertado sobre Ipala como alternativa tolerante a virus TYLCV

En el caso de resistencia a virus del enrollamiento de la hoja amarilla de tomate, virus TYLCV, transmitido por la mosca blanca, el híbrido contó con una aceptación de 42% contra un 15% generado por el testigo comparado. En la utilización del híbrido Tabaré injertado el agricultor tiene una gran ventaja comparativa en aumentar los rendimientos del cultivo, sin comprometer un aumento en los costos de producción.

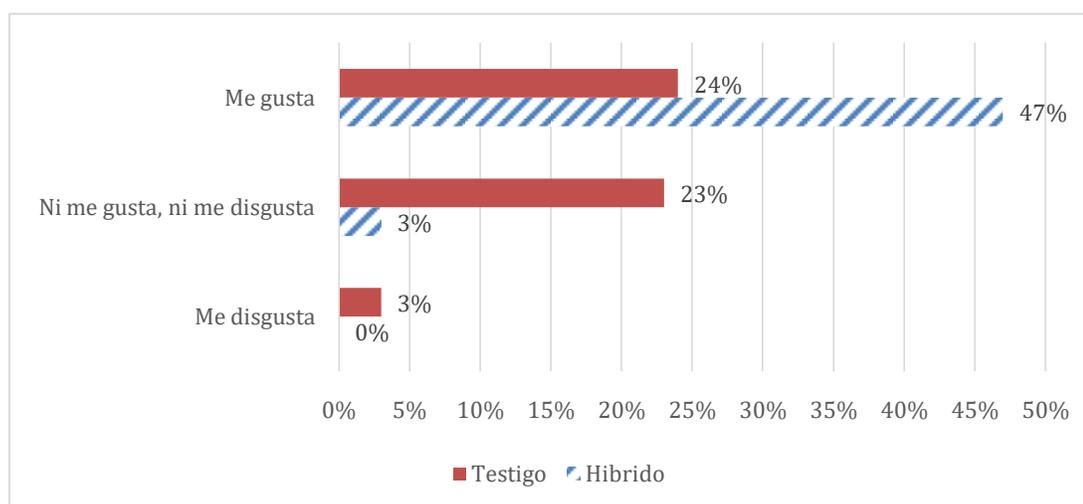


Ilustración 4: Percepción del agricultor en cuanto al tamaño de la planta

Respecto al tamaño de la planta el híbrido Tabaré injertado sobre Ipala recibió una aceptación del 47% contra una aceptación del 24% respecto al testigo comparado.

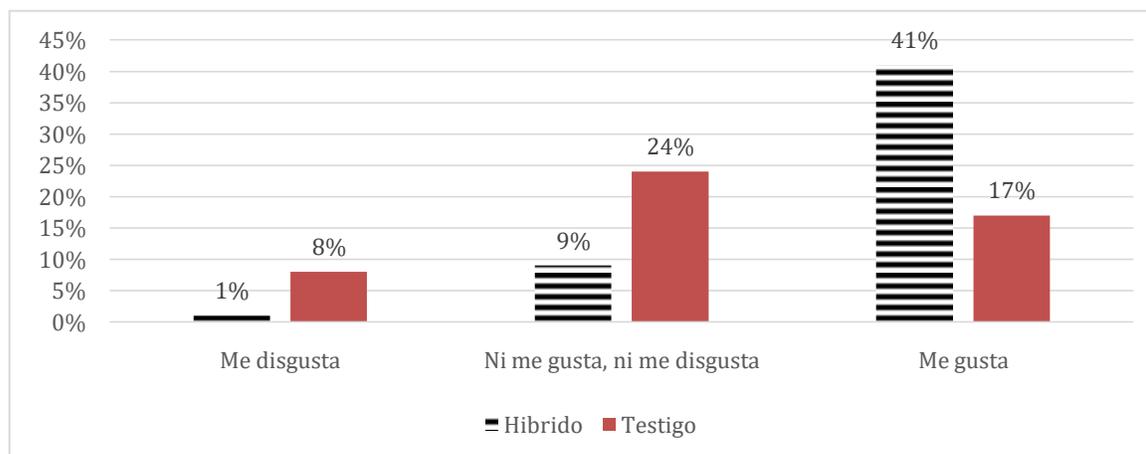


Ilustración 5: Percepción del agricultor en cuanto al color de la planta

En cuanto al color del fruto el 41% de los encuestados determino que la planta del Híbrido Tabaré injertado sobre Ipala tenía mejor coloración, y el 17% voto por el testigo.

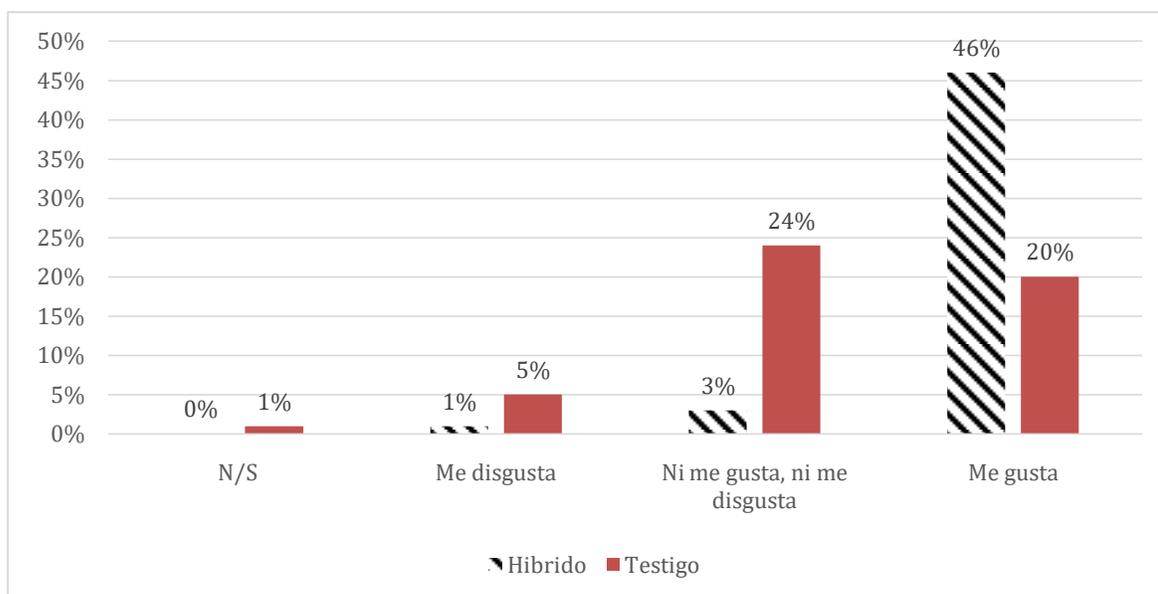


Ilustración 6: Percepción del agricultor en cuanto a numero de frutos por planta

En cuanto al número de frutos por planta el encuestado voto un 46% a favor del híbrido contra un 20% con el testigo comparado.

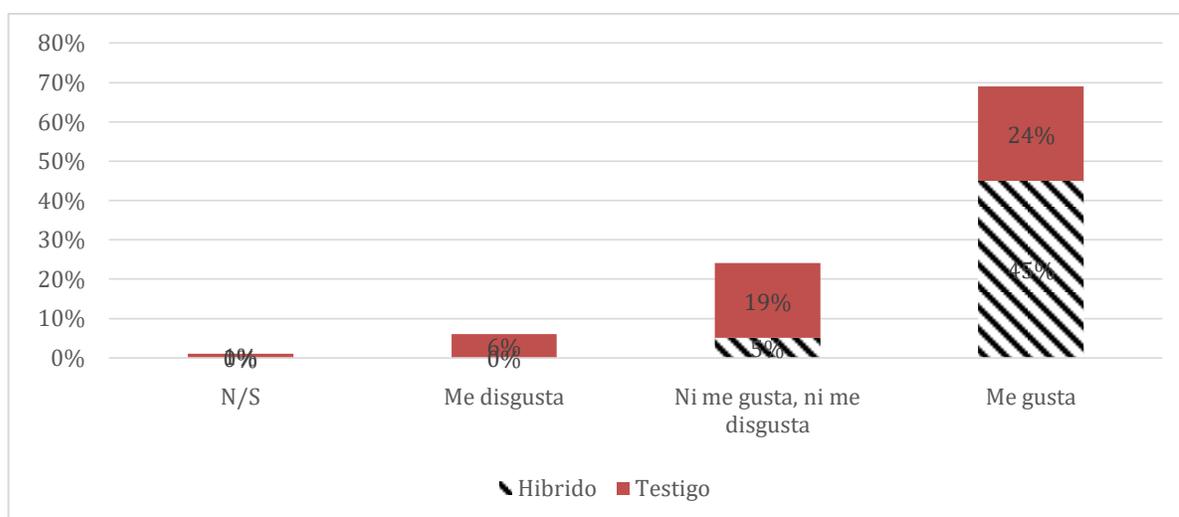


Ilustración 7: Percepción del agricultor en cuanto a rendimiento de los tratamientos evaluados

En cuanto a la de los tratamientos evaluados un 45% de los encuestados opto por el híbrido Tabaré injertado sobre Ipala como el mejor, respecto al 24% votos que recibió el testigo.

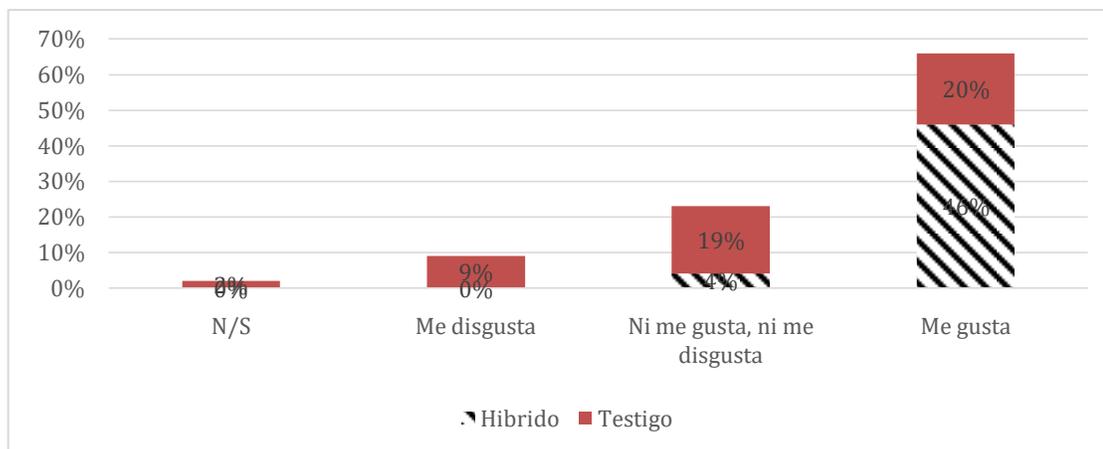


Ilustración 8: Percepción del agricultor en cuanto a calidad del fruto

La mejor calidad en cuanto a fructificación la recibió el Híbrido con un total de 46% de aceptación respecto a un 20% del testigo.



Ilustración 9: Percepción del agricultor en cuanto a la importancia del uso de injertos en tomate

El grado de aceptación del tema de Injerto en tomate fue del 100 %, por parte de los agricultores, productores, y técnicos municipales y del MAGA, ya que es una nueva forma de evitar daños severos en las plantaciones sin el uso excesivo de químicos para su control.

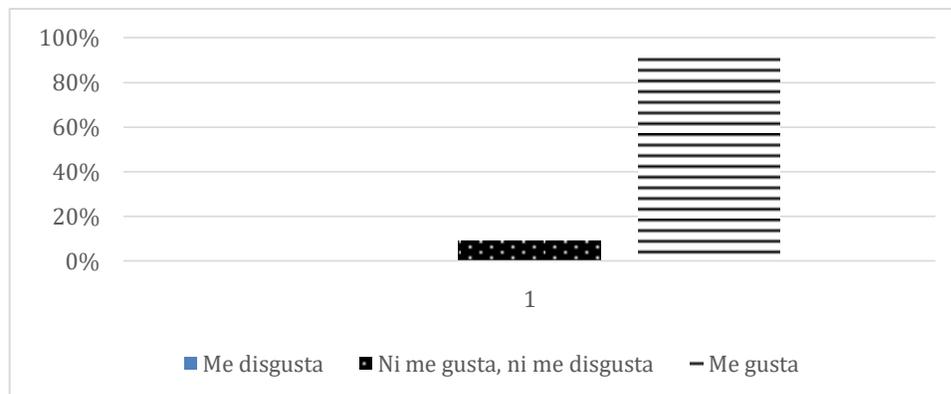


Ilustración 10: Percepción del agricultor en cuanto a la aceptación del proceso de injerto en tomate

La aceptación del proceso de Injerto fue alta con un 91 % de aceptabilidad en los procesos de la realización del injerto contra un 9% de personas que no supieron si aceptar o rechazar el proceso.

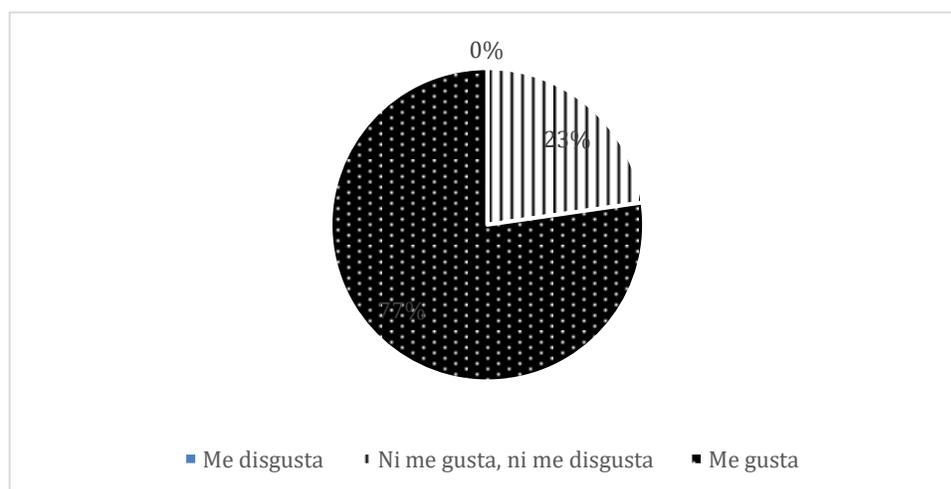


Ilustración 11: Percepción del agricultor en cuanto al tiempo empleado para injertar plantas de tomate

Respecto al tiempo empleado para injertar se les asigno media hora para poder realizar veinticinco injertos cada uno, en el cual el 77% estuvo conforme al tiempo asignado pues para realizar la venta y que su costo de producción no aumente, sin embargo, el 23% de los encuestados no estuvo ni conforme ni inconforme.

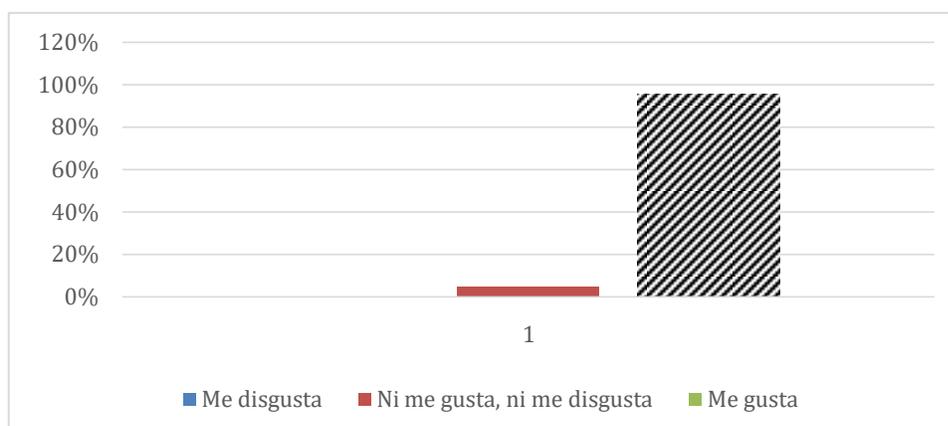


Ilustración 12: Percepción del agricultor en cuanto al interés por realizar injertos

El 95% de los encuestados se interesó en poder realizar injertos posteriormente a la práctica, es decir para abastecer a los productores locales, y solo el 5% no decidió si estaban dispuestos o no a realizar los injertos después de la práctica, lo que demuestra un grado alto interés por el tema de injerto en tomate y todos sus beneficios.

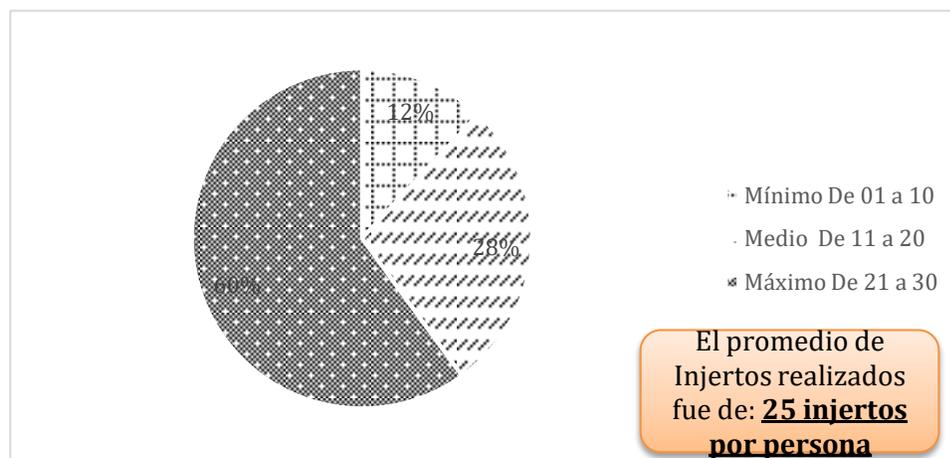


Ilustración 13: Percepción del agricultor en cuanto a la producción de pilones de tomate

El número de injertos realizados por persona en media hora asignada dio como resultado que un 60% de personas logro realizar de 21 a 30 injertos, mientras que el 28% logro injertar de 11 a 20 injertos, y solo el 12% logró injertar de 01 a 10 pilones. Haciendo un promedio de 25 injertos realizados por persona en un tiempo de media hora.

El costo unitario de un pilón esta relacionado de acuerdo con la capacidad del bolsillo del agricultor que quiera pagar para adquirir este material tolerante a *R. solanacearum* y virus TYLCV por lo que un pilón normal sin injertar su costo es relativamente bajo, pero sin presentar características de tolerancia que conlleva a perdidas económicas futuras.

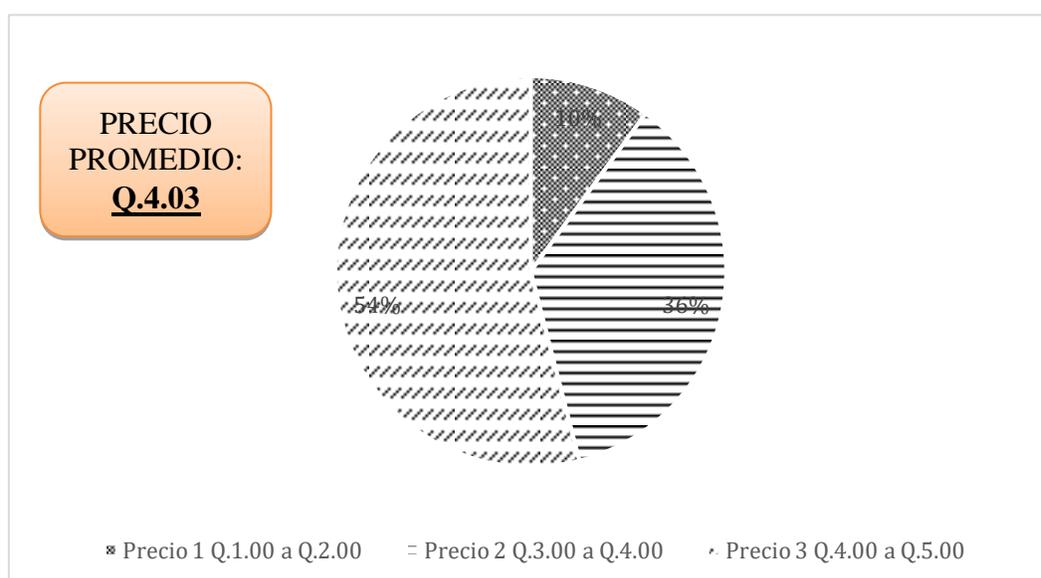


Ilustración 14: Percepción del agricultor en cuanto al precio promedio de pilones de tomate injertado

Se estandarizaron tres precios en los cuales el productor decidió con un 54% en pagar de Q4.00 a Q5.00 por pilón injertado, mientras que un 36% de los encuestados decidió pagar de Q3.00 a Q4.00 por pilón injertado y solo el 10% de los encuestados apostó por pagar de Q1.00 a Q2.00 por pilón injertado; con los datos obtenidos se sacó un promedio siendo este de Q4.03 por pilón injertado que es el precio estándar a pagar por el proceso de Injerto que debe ser bien remunerado, pues requiere amplia experiencia y práctica.

6.3. Análisis Financiero

A continuación, la **Tabla 10** describe los costos de producción de cada una de las localidades para la producción de nro de un invernadero, con medidas de 7 m de ancho y 21 m de largo, de cultivo de tomate utilizando pilones de tomate injertado en comparación con el testigo.

Tabla 10. Desglose de costos de producción de tomate en un invernadero de 140 m² por cada una de las localidades donde se realizó el proceso de validación con actores locales de los departamentos de San Marcos y Quetzaltenango, Guatemala.

Localidad	Tabará injertado sobre Ipala								TESTIGO							
	Costos pilones	Costos fertilizantes	Costos Fungicidas	Costos Bactericidas	Costos insecticidas	Otros costos	Costos mano de Obra	TOTAL	Costos pilones	Costos fertilizantes	Costos Fungicidas	Costos Bactericidas	Costos insecticidas	Otros costos	Costos mano de Obra	TOTAL
1 Cabajchum, San Miguel Ixtahuacán Siete	Q 568.00	Q 125.00	Q 100.00	Q -	Q 15.00	Q 50.00	Q 1,000.00	Q 1,858.00	Q 170.00	Q 120.00	Q 100.00	Q 125.00	Q 225.00	Q 50.00	Q 1,250.00	Q 2,040.00
2 Platos, San Miguel Ixtahuacán	Q 568.00	Q 135.00	Q 125.00	Q -	Q 25.00	Q 50.00	Q 1,000.00	Q 1,903.00	Q 170.00	Q 135.00	Q 125.00	Q 125.00	Q 200.00	Q 50.00	Q 1,350.00	Q 2,155.00
3 Pie de la Cuesta, Sipacapa.	Q 568.00	Q 125.00	Q 100.00	Q -	Q 75.00	Q 63.00	Q 1,000.00	Q 1,931.00	Q 170.00	Q 125.00	Q 100.00	Q 125.00	Q 300.00	Q 67.00	Q 1,000.00	Q 1,887.00
4 Cuya, Tejutla	Q 568.00	Q 135.00	Q 100.00	Q -	Q 75.00	Q 63.00	Q 1,000.00	Q 1,941.00	Q 170.00	Q 135.00	Q 100.00	Q 125.00	Q 250.00	Q 67.00	Q 1,150.00	Q 1,997.00
5 Las Barrancas, San Antonio Sacatepéquez	Q 568.00	Q 130.00	Q 125.00	Q -	Q 85.00	Q 60.00	Q 1,000.00	Q 1,968.00	Q 170.00	Q 130.00	Q 125.00	Q 138.00	Q 300.00	Q 65.00	Q 1,250.00	Q 2,178.00

6	San José Granados, San Antonio Sacatepéquez	Q 568.00	Q 117.00	Q 120.50	Q -	Q 115.00	Q 61.00	Q 1,000.00	Q 1,981.50	Q 170.00	Q 132.00	Q 120.80	Q 125.00	Q 375.00	Q 50.00	Q 1,250.00	Q 2,222.80
7	San José las Islas, San Marcos Agua Caliente, San Marcos	Q 568.00	Q 140.00	Q 125.00	Q -	Q 113.00	Q 50.00	Q 1,000.00	Q 1,996.00	Q 170.00	Q 135.00	Q 125.00	Q 125.00	Q 377.00	Q 50.00	Q 1,000.00	Q 1,982.00
8	San José Buena Vista, Palestina de los Altos	Q 568.00	Q 100.00	Q 50.00	Q -	Q 100.00	Q 50.00	Q 1,000.00	Q 1,868.00	Q 170.00	Q 100.00	Q 50.00	Q 25.00	Q 350.00	Q 50.00	Q 1,250.00	Q 1,995.00
9	San José Buena Vista, Palestina de los Altos	Q 568.00	Q 130.00	Q 100.00	Q -	Q 100.00	Q 63.00	Q 1,000.00	Q 1,961.00	Q 170.00	Q 130.00	Q 100.00	Q 125.00	Q 200.00	Q 50.00	Q 1,425.00	Q 2,200.00
10	Palestina de los Altos	Q 568.00	Q 175.00	Q 100.00	Q -	Q 100.00	Q 63.00	Q 1,000.00	Q 2,006.00	Q 170.00	Q 180.00	Q 100.00	Q 125.00	Q 300.00	Q 50.00	Q 1,425.00	Q 2,350.00
PROMEDIO									Q 1,941.35								Q 2,100.68

Para el análisis financiero se utilizó el método de presupuestos parciales , propuesto por el CIMMYT, con este enfoque solo se toman en cuenta los costos asociados con la decisión de usar o no un sustrato . Estos son los costos que permiten diferenciar un tratamiento del otro, y se denominan costos que varían , estos tratamientos varían de un sustrato a otro . El resto de costos no se ven afectados y permanecen constantes, se les denomina costos fijos (Reyes, 2001).

El análisis de presupuestos parciales formula recomendaciones en base a datos agronómicos , este proceso busca desarrollar nuevas tecnologías agrícolas y al mismo tiempo facilitar la adaptación a las mismas . Esta recomendación no está dirigida únicamente a esta validación, sino a todos los productores de tomate de la región occidente de Guatemala, bajo condiciones de invernadero.

El precio promedio por kilogramo de tomate se estableció a través del monitoreo de los precios del cultivo de tomate en los mercados ubicados en San Pedro Sacatepéquez del departamento de San Marcos, mercado La Terminal ubicado en el municipio de Quetzaltenango del departamento de Quetzaltenango y la Central de Mayoreo ubicada en Ciudad de Guatemala.

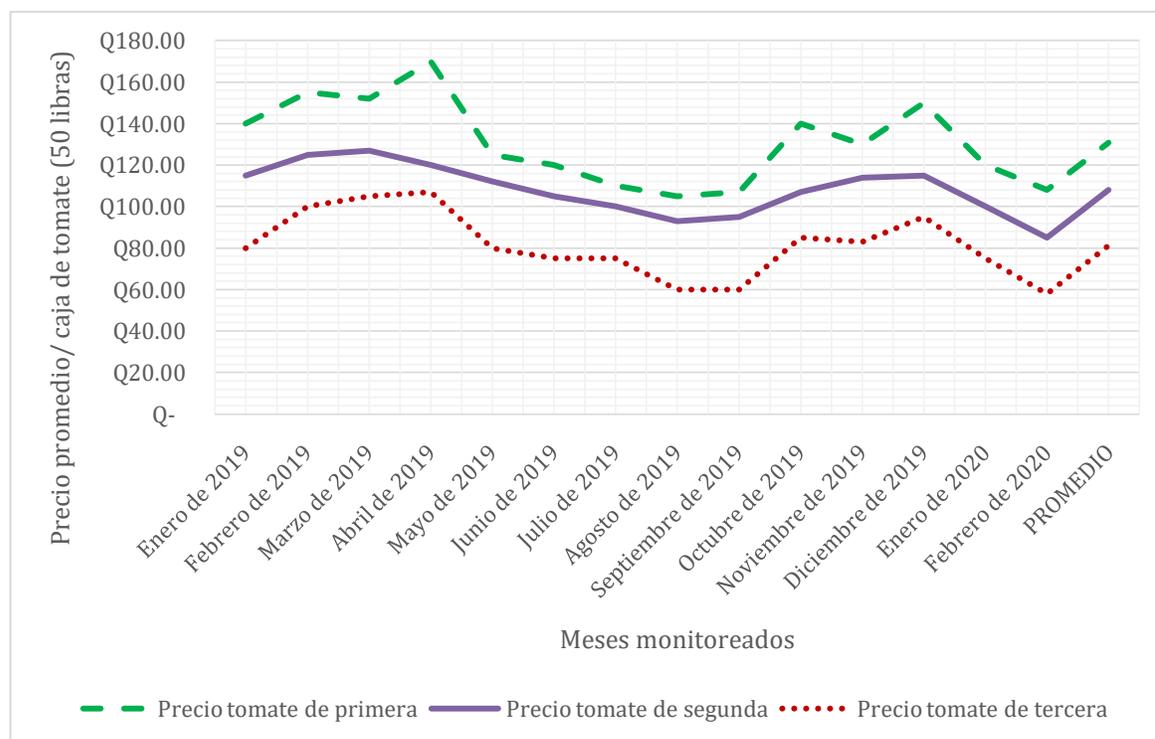


Ilustración 15. Variación de precios de caja de 50 libras de tomate (Clasificado en primera, segunda y tercera) monitoreado en el mercado municipal del municipio de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos. Correspondiente a los meses de enero de 2019 hasta febrero de 2020.

En el mercado ubicado en el municipio de San Pedro Sacatepéquez del departamento de San Marcos en promedio los precios de una caja de tomate de primera calidad el precio fue de Q130.00 mientras que el precio promedio para una caja de tomate de segunda es de Q110.00 y el tomate considerado como de tercera se mantuvo a un precio promedio de Q80.00

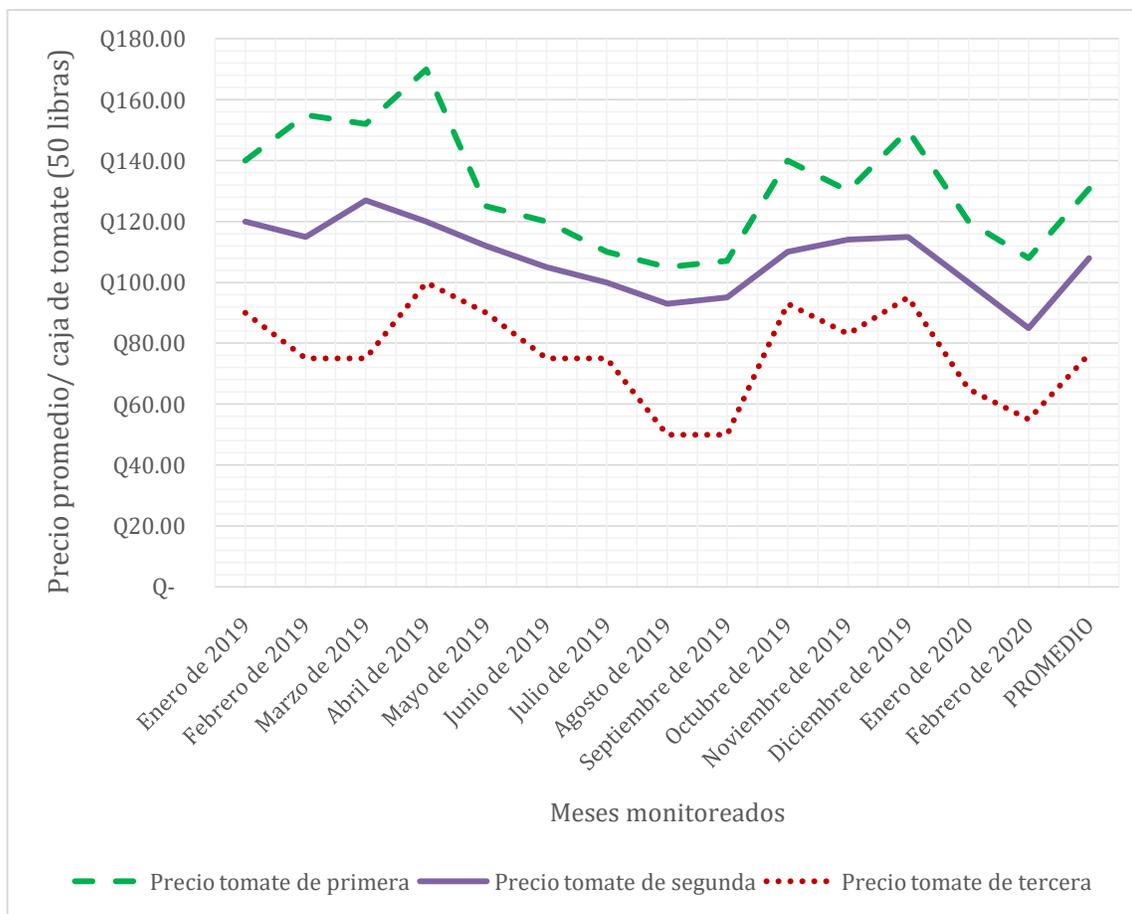


Ilustración 16. Variación de precios de caja de 50 libras de tomate (Clasificado en primera, segunda y tercera) monitoreado en el mercado La Terminal del municipio de Quetzaltenango, Quetzaltenango. Correspondiente a los meses de enero de 2019 hasta febrero de 2020.

En el mercado llamado La Terminal ubicado en el municipio de Quetzaltenango del departamento de Quetzaltenango en promedio los precios de una caja de tomate de primera calidad el precio fue de Q130.00 similar al precio promedio del mercado de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos; mientras que el precio promedio para una caja de tomate de segunda es de Q107.00 obteniendo una reducción del precio por Q 3.00 en comparación con el mercado del departamento de San Marcos y el tomate considerado como de tercera se mantuvo a un precio promedio de Q 70.00

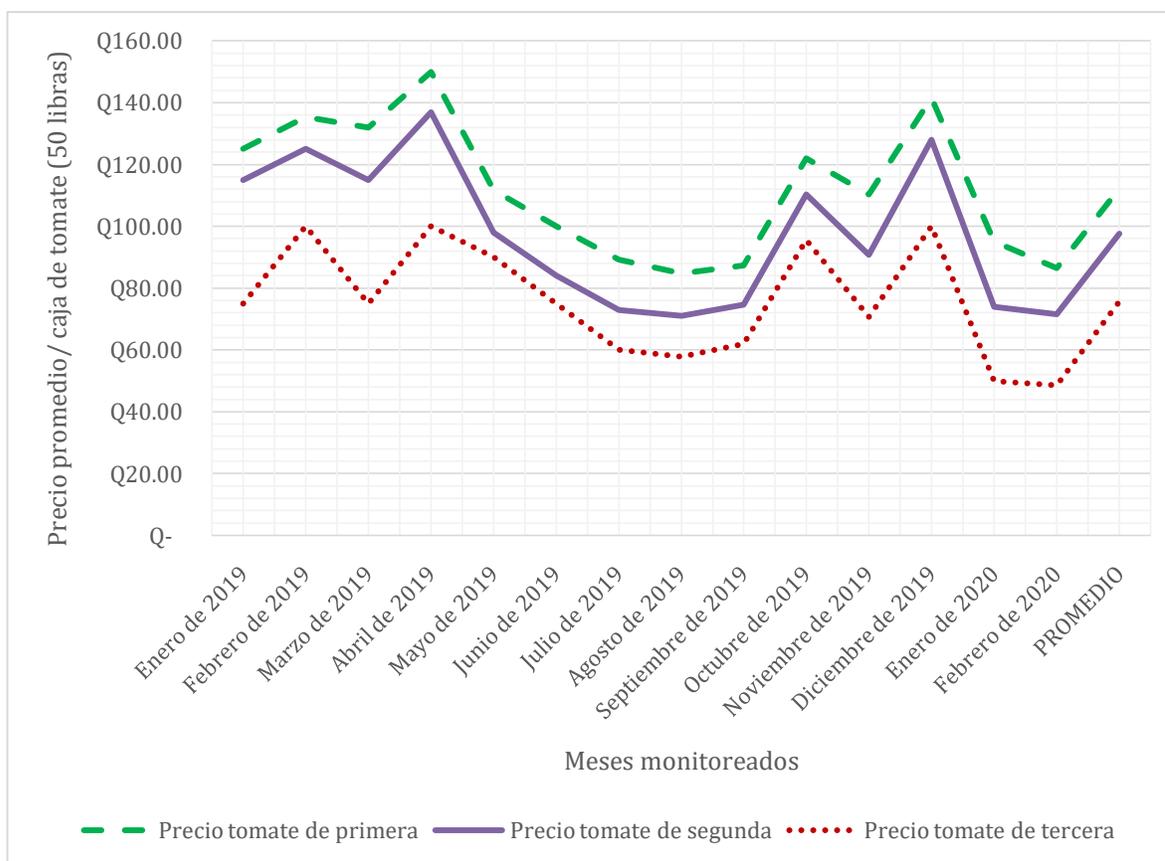


Ilustración 17. Variación de precios de caja de 50 libras de de tomate (Clasificado en primera, segunda y tercera) monitoreado en la Central de Mayoreo ubicada en Ciudad Capital, correspondiente a los meses de enero de 2019 hasta febrero de 2020.

En la Central de Mayoreo ubicado en Ciudad de Guatemala en promedio los precios de una caja de tomate de cocina de primera calidad el precio se mantuvo a Q117.00 obteniendo una reducción del precio por Q 13.00 en comparación de los mercados de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos y Quetzaltenango. Mientras que el precio promedio para una caja de tomate de segunda es de Q100.00 y el tomate considerado como de tercera se mantuvo a un precio promedio de Q 65.00 obteniendo una reducción del precio por Q 15.00 en comparación con el mercado de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos y una reducción del precio por Q 5.00 en comparación con el mercado de Quetzaltenango

Existen varios factores que influyen y determinan los precios del tomate en los mercados regionales de San Pedro Sacatepéquez en San Marcos, Quetzaltenango y la Central de Mayoreo ubicada en la Ciudad Capital, entre estos esta el contrabando y la sobredemanda en el mercado (FASAGUA, 2019).

Tabla 11. Variación de precios de caja de 50 libras de tomate (Clasificado en primera, segunda y tercera), promedio de precios de los mercados ubicados en San Pedro Sacatepéquez, San Marcos; Mercado La Terminal, Quetzaltenango y Central de Mayoreo ubicada en Ciudad Capital, correspondiente a los meses de enero de 2019 hasta febrero de 2020.

MES	Precio tomate de primera	Precio tomate de segunda	Precio tomate de tercera
Enero de 2019	Q 135.00	Q 116.67	Q 81.67
Febrero de 2019	Q 148.44	Q 121.67	Q 91.67
Marzo de 2019	Q 145.33	Q 123.00	Q 85.00
Abril de 2019	Q 163.33	Q 125.67	Q 102.33
Mayo de 2019	Q 120.56	Q 107.33	Q 86.67
Junio de 2019	Q 113.33	Q 98.00	Q 75.00
Julio de 2019	Q 103.10	Q 91.00	Q 70.00
Agosto de 2019	Q 98.25	Q 85.69	Q 55.92
Septiembre de 2019	Q 100.44	Q 88.23	Q 57.33
Octubre de 2019	Q 133.98	Q 109.10	Q 91.17
Noviembre de 2019	Q 123.43	Q 106.24	Q 78.92
Diciembre de 2019	Q 147.17	Q 119.33	Q 96.67
Enero de 2020	Q 111.67	Q 91.33	Q 63.33
Febrero de 2020	Q 100.83	Q 80.50	Q 53.83
PROMEDIO	Q 124.63	Q 104.55	Q 77.82

El precio de un kilogramo de frutos de tomate en los mercados monitoreados en promedio fue de Q 5.48 para frutos de tomate de cocina de primera, Q 4.60 para frutos de tomate de cocina de segunda y Q 3.42 para frutos de tomate de cocina de tercera.

A continuación, en la **Tabla 12** se muestra el análisis de presupuestos parciales para los tratamientos evaluados con su respectivo análisis de dominancia.

Tabla 12. Analisis de Presupuestos Parciales y dominancia en el rendimiento del cultivo de tomate, proceso de validación con actores locales de los departamentos de San Marcos y Quetzaltenango, Guatemala.

TRATAMIENTO	Plantas	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento ajustado	Precio por kg	beneficio bruto	Costo que varia	beneficio neto	Dominancia
1 Tabaré X Ipala	200	68418.34	960	Q 4.50	Q 4,320.00	Q 373.35	Q 3,946.65	No dominado
2 TESTIGO	200	42097.82	672	Q 4.50	Q 3,024.00	Q 695.68	Q 2,328.32	Dominado Tabaré

Para el análisis de dominancia se ordenaron los tratamientos de mayor a menor rendimiento, con su respectivo beneficio neto. Se consideró que en promedio de los cultivares de tomate donde se utilizó el material proporcionado por el productor, fue dominado por el híbrido Tabaré injertado sobre Ipala, cuando su beneficio neto fue igual o menor que el anterior y su correspondiente costo que varía fue mayor.

En base a la información del análisis de dominancia, se determinó que el material el híbrido Tabaré injertado sobre Ipala fue más rentable que los otros cultivares, obteniendo el mayor beneficio neto con el menor costo que varía.

Finalmente se realizó el cálculo del indicador financiero, relación beneficio/costo. El análisis del indicador financiero relación beneficio/costo se realizó en base a 100 plantas.

En la **Tabla 13** se presenta el indicador financiero relación costo / beneficio de los tratamientos pareados.

Tabla 13. Indicador financiero, relación Costo / Beneficio en el rendimiento del cultivo de tomate, proceso de validación con actores locales de los departamentos de San Marcos y Quetzaltenango, Guatemala.

TRATAMIENTO	Plantas	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento ajustado	Precio por kg	beneficio bruto	Costo total	Beneficio neto	Tasa de retorno	Relación B/C
1 TABARÉ X IPALA	100	68 418.34	479	Q 4.50	Q 2,155.18	Q 1,941.35	Q 213.83	5.20	1.11
2 TESTIGO	100	42 097.82	295	Q 4.50	Q 1,326.08	Q 2,100.68	-Q 774.60	-5.20	0.63

La relación beneficio costo determino que el material utilizado como testigo en esta validación no es económicamente aceptable, ya que no se recupera la inversión inicial, mucho menos se obtiene un margen de ganancia. La relación beneficio /costo del híbrido Tabaré injertado sobre Ipala, fue la más alta obteniendo por cada Q 1.00 invertido una ganancia de Q0.11 centavos.

Tabla 14. Comparativa del uso de la tecnología

Indicador	Sin tecnología	Con Tecnología
Costos de producción*	Q 151,248.96	Q 139,777.20
Producción primera	31495.58 kg/ha	55261.18 kg/ha
Precio tomate de primera promedio**	Q 5.48	Q 5.48
Producción segunda	7615.61 kg/ha	10538.62 kg/ha
Precio tomate de Segunda promedio**	Q 4.60	Q 4.60
Producción tercera	2986.63 kg/ha	2618.54 kg/ha
Precio tomate de tercera promedio**	Q 3.42	Q 3.42
Rendimiento	42 097.82 kg/ha	68 418.34 kg/ha
Beneficio economico	Q 138,802.84	Q 215,103.29
Producción	100%	162%
Beneficio economico	0.63	1.11

* Costos de producción en una hectarea de cultivo de tomate

** Precio promedio en mercados de San Pedro Sacatepequez, San Marcos; Quetzaltenango y CENMA

En la **Tabla 14** se presenta un cuadro comparativo, analizando la producción de tomate bajo condiciones de invernadero, utilizando tomate injertado y sin injertar, se puede apreciar un aumento del 62% en la producción utilizando tomate injertado con un beneficio economico de 11 centavos de ganancia por Q1.00 invertido

7. Conclusiones

Mediante la investigación se determina que la utilización del Injerto Tabaré X Ipala con alto grado de tolerancia a enfermedades, como el tratamiento 2 (Variedad híbrida Tabaré RZ injertado sobre Ipala F1), presentando una alta tolerancia a marchitez bacteriana y tolerancia intermedia al virus **TYLCV** (análisis de laboratorio) en comparación con el testigo, teniendo materiales con tolerancia a Marchitez bacteriana (*R. solanacearum*) y virus **TYLCV**, con buen rendimiento y muy buena rentabilidad, se aceptan las hipótesis propuestas para este estudio.

La variable rendimiento compara los tratamientos evaluados, determinando al tratamiento 2 (Variedad híbrida Tabaré RZ injertado sobre Ipala F1), con producción de 125,121.5 kilogramos de tomate por hectárea de terreno, en comparación al testigo (Variedad híbrida Tabaré F1) obteniendo bajos rendimientos, efecto principalmente del ataque de las enfermedades estudiadas, llegando a casi el 100% de la incidencia de *R. Solanacearum*.

El análisis del costo de producción en relación con el beneficio económico que la producción generó permite conocer al tratamiento 2 (Variedad híbrida Tabaré RZ injertado sobre Ipala F1) como el más rentable, con un ingreso de Q. 466,424.63 por ha en comparación con el tratamiento 1 (Tabaré F1) con un ingreso Q. 330,520.17 por ha.

El tema de injertos en tomate es un tema novedoso más no imposible de realizar fue lo que dijo don Ángel Pérez participante en cada uno de los procesos de experimentación de campo, quien considero al Híbrido Tabaré injertado sobre Ipala como un tomate muy productivo y resistente a enfermedades y mosca blanca. Don Abraham Díaz comento que el precio de un pilón de tomate estaba referenciado al trabajo que conlleva este en su elaboración, es por eso por lo que el precio promedio a que estaría dispuesto a pagar el productor en promedio sería de Q4.00 quetzales.

La comparación de parcelas experimentales dio a conocer la resistencia y tolerancia de la Marchitez Bacteriana y al virus de Mosca Blanca, siendo el híbrido de tomate injertado Tabaré sobre Ipala el que dio mejores resultados y una mejor aceptación por parte de agricultores, técnicos municipales, técnicos del MAGA, dándole un 47% de aceptación, en cuanto a la tolerancia y resistencia a estas enfermedades, que son de alto interés tanto económico como de producción para el agricultor-productor.

En cuanto a las características de vigorosidad, tamaño, color, número de frutos por planta, calidad del fruto, producción, sabor y llenado de fruto, el testigo recibió baja aceptación un 20% respecto al híbrido Tabaré, debido a que este último por tener características de resistencia a las enfermedades optó por producir mejores y más tomates; cabe mencionar que en las diez localidades se observó que el híbrido Tabaré producía más tomate de primera y segunda y muy poco de tercera, todo lo contrario en cuanto al testigo, ya que este producía menos tomate de primera y más de segunda y tercera.

8. Recomendaciones

El híbrido Tabaré utilizado como genotipo injertado sobre Ipala como portainjerto si es adaptables desde 1800 msnm hasta los 2800 msnm ya que si presenta frutos bien formados de muy buena aceptabilidad para el mercado local.

Continuar con la investigación para conocer sobre otros posibles efectos que se puedan tener derivado del uso de materiales injertados, con la finalidad de generar materiales tolerantes que contribuyan al incremento de la producción del cultivo de tomate disminuyendo el uso de agroquímicos, disminuyendo costos de producción sin comprometer la producción y la rentabilidad.

Realizar pruebas del comportamiento del Tabaré injertado sobre Ipala a campo abierto en esa misma área de investigación, ya que actualmente es también la *R. Solanacearum* y geminivirus del **TYLCV** representa grandes pérdidas para los agricultores que siembran este cultivo.

Se recomendó por parte de los agricultores contar con más espacios de formación y capacitación, ya que la innovación y la investigación en los procesos de producción de tomate son vitales para reducir los riesgos de intoxicación por aplicación o por consumo con tomates que no son resistentes a enfermedades y requieren más gasto en aplicaciones para su control.

Los técnicos municipales y técnicos delegados del MAGA pidieron espacios también para ser tomados en las capacitaciones, ya que son temas que fortalecen mucho el eslabón de producción y en el cual ellos podrían ayudar a difundir dicha tecnología en los lugares en donde tienen intervención.

9. Referencias bibliográficas

- Ashby, J.A. 1990. Evaluating technology with farmers: A handbook. CIAT, Cali, 95 p.
- Aristondo, W. J. 2015. Evaluación de la tolerancia a marchitez bacteriana, Causada por *Ralstonia solanacearum* e. f. Smith, de dos Portainjerto comerciales de tomate (*Solanum lycopersicum* L), bajo condiciones protegidas de casa Malla, en el municipio de Camotán, Chiquimula, 2014. *Licenciatura tesis, Universidad de San Carlos de Guatemala*
- Blancard, D.1996. Enfermedades del tomate. Ediciones Mundi-Prensa, INRA.
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, México). 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. México D.F, México. 79 p
- De León Cifuentes, WE. 2014. Día de campo, una herramienta para la transferencia de tecnología agrícola. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA). Guatemala. 22 p.
- De León Díaz, MA. 2018. Efectos del injerto en la tolerancia a enfermedades de *Solanum lycopersicum* L, bajo condiciones de invernadero en las localidades de Cuya, Tejutla y San José las Islas, San Marcos Guatemala. *Licenciatura tesis, Universidad de San Carlos de Guatemala. San Marcos, GTM. Pp. 102.*
- FASAGUA (Federación de Asociaciones Agrícolas de Guatemala), 2019. Precios de productos agrícolas monitoreados en los mercados nacionales. Disponible en <http://www.fasagua.com/node/46>
- González, E. 2016. Fortalecimiento de las capacidades de consorcios locales de investigación agrícola. Identificación de puntos críticos y temas para la formulación de proyectos de investigación en la agrocadena del tomate. Quetzaltenango, Guatemala, Grupos gestores. pp 22-23. (Serie técnica). Informe técnico n.º 5.
- Hartman H T, D E Kester. 1984. Propagación de Plantas. Continental, S.A. de C.V., México. 915 p.

- Hilje, L. 2014. Avances hacia el manejo sostenible del complejo mosca blanca-geminivirus en tomate, en costa rica. Unidad de Fitoprotección, CATIE. Turrialba, Costa Rica No. 61 pp80
- ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola) (1981). Guía técnica de investigación agrícola. Guatemala. ICTA. 17 p.
- Lee J. 1994. Cultivation of grafted vegetables I. Current status, grafting methods, and benefits. *HortScience*. 29(4): 235-239.
- Lee J M, M Oda (2003) Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. *In: Horticultural Reviews*. John Wiley & Sons. Vol. 28. USA, New York. 478 p.
- López, JG. 2004. Evaluación del solarizado para el control de *Ralstonia solanacearum* en tomate *Lycopersicon sculentum*, en la aldea El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa. Tesis Ingeniero Agrónomo. Guatemala, USAC. p. 47
- Mejía, L. 2003. Resistencia genética para la producción sostenible del tomate: producción de híbridos tolerantes a virosis transmitida por mosca blanca y su evaluación agronómica y molecular: informe final. Guatemala, FODECYT11-00. pp. 6-7.
- MAGA (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación). 2014. Perfil comercial del tomate. Proyecto Ada-integración. Guatemala. pp. 9.
- MAGA (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación). 2015. Plan de manejo integrado de Enfermedades del tomate en Guatemala (*Solanum lycopersicum* L.). Proyecto Ada-integración. Guatemala. pp. 7-13.
- Mendoza, Eddie. 2012. Agricultura protegida, presente y futuro de la agricultura en Guatemala. Federación de Asociaciones Agrícolas de Guatemala (FASAGUA). Guatemala. Nuestro campo. Disponible en: https://issuu.com/fasagua/docs/revista_fasagua_30

- Morales, F. 2004. La mosca blanca como transmisora de enfermedades virales. Centro Internacional de Agricultura Tropical –CIAT-. Proyecto Tropical de Mosca Blanca, Cali, Colombia.
- Oda M (2002) Grafting of vegetable crops. Sci. Rep. Agr. & Biol. Sci. Osaka Pref. Univ. 54:49–72.
- Radulovich, R; Karemans, J. 1992 Validación de tecnologías un puente entre generación y transferencia. Turrialba 42, 63, 72 p.
- Reyes, M. 2001. Análisis económico con experimentos agrícolas con presupuestos parciales : re enseñando el uso de este enfoque . Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía , Boletín Informativo CIAGROS 1-2001.
- Rodríguez, DJ. 2007. Determinación de biovares y razas de (*Ralstonia solanacearum* E.F. Smith), asociados a la marchitez bacteriana, en los cultivos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y chile pimiento (*Capsicum annuum* L.) en el oriente de Guatemala. Tesis Lic. Ciudad de Guatemala, Guatemala, USAC. 87 p.
- Sánchez, A; Mejía, L; Allen C. 2006. Estudio filogenético y de distribución de la bacteria *Ralstonia solanacearum* en Guatemala. Tikalia 24 (1): 17-33
- Urueta, G.y J.A.J. Karremans. 1993. Producción familiar y relaciones sociales; estudio de caso en Jutiapa, Guatemala. In: J.A.J. Karremans, R. Radulovich y R. Lok (eds.): La mujer rural, su papel en los agrosistemas de la región semiseca de Centroamérica. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Velasco, MJ. 2013. Anatomía y Manejo agronómico de plantas injertadas en jitomate (*Solanum lycopersicum* L.), en Chapingo, México, 2013. Tesis de Doctorado, Universidad Chapingo.

10. Anexo

Anexo 1. Fotografías



Figura 1. Visita de campo a la unidad de validación propiedad del Sr. Balvino Pérez, localizada en San José Buena Vista, Palestina de los Altos.



Figura 2. Rotulado de las parcelas divididas para identificar los pilones de tomate injertado, el trasplante se realizó mediante las condiciones del agricultor.



Figura 3. Visita de campo a la unidad de San José Granados, para verificar el porcentaje de pegue de las plántulas de tomate Tabaré injertado.



Figura 4. Actividades de acompañamiento al productor durante el trasplante de plántulas de tomate injertado.



Figura 5. Visita de campo a la unidad de validación en aldea Agua Caliente, San Marcos.



Figura 6. Visita de campo a unidad de validación en San José Las Islas, San Marcos.



Figura 7. Monitoreo de severidad e incidencia de Marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*), en la localidad de Cuya, Tejutla.



Figura 8. Acompañamiento al productor durante el tutorado de plantas de tomate.



Figura 9. Desarrollo de plántulas de tomate Tabaré injertado presentan visualmente una mejor apariencia y mejor desarrollo foliar.



Figura 10. Visita de campo a unidad de validación en Palestina de los Altos, Quetzaltenango.



Figura 11. Desarrollo vegetativo de la planta de tomate 30 días después del trasplante. Plantación ubicada en Cuya, Tejutla.



Figura 12. Visita de campo a unidad de validación ubicada en San José Granados, San Antonio Sacatepéquez, San Marcos

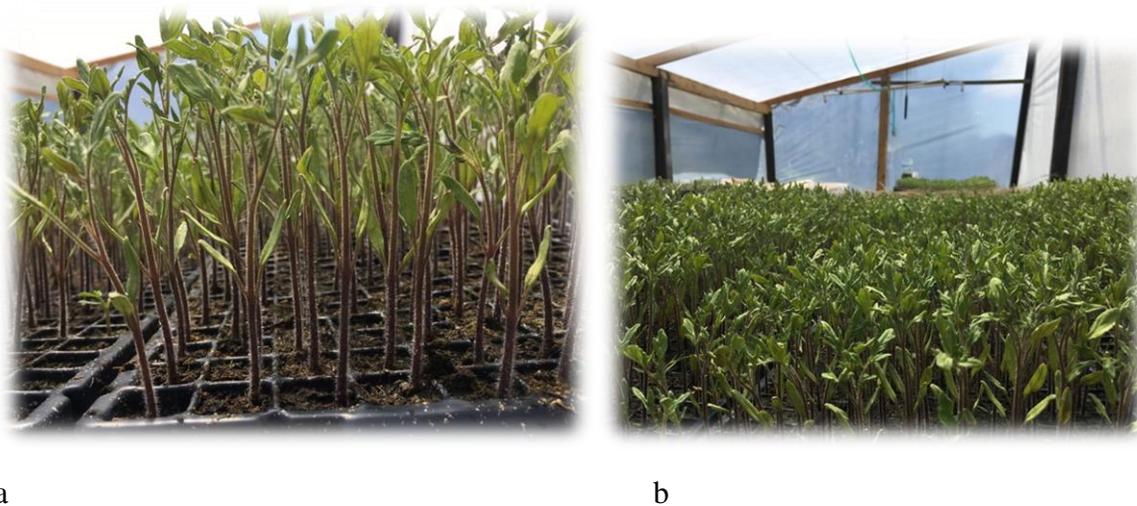


Figura 13 a y b. Plantas de tomate maquiladas por equipo de investigación de la carrera de agronomía, a) variedad Tabaré; b) variedad Ipala.



Figura 14. Intervención del Ingeniero Agrónomo Jorge Juárez González, dando la bienvenida al taller a los productores de tomate del altiplano occidental de Guatemala.



Figura 15. Los productores conocieron sobre los cuidados y beneficios en la utilización de tomate injertado.



Figura 16 a y b. Productores que participaron del taller aprendieron a injertar tomate, utilizando Ipala F1 como patrón y Tabaré RZ F1 como variedad injertada.



a

b

Figura 17 a y b. Se elaboraron un total de 35 injertos por productor.



Figura 18. Pilonos de tomate injertado, posteriormente se llevaron a la cámara de prendimiento donde estarán 15 días, los pilonos injertados que salgan de este proceso se distribuirán entre los participantes al evento.



Figura 19. Vista general del grupo de productores participantes al taller sobre injertos en plantas de tomate.



a



b

Figura 20 a y b. Presentación de objetivos e inicio del día de campo con actores locales del consorcio de actores locales, a) Bienvenida a San José Buena Vista, Palestina de los Altos; b) Foto grupal.



Figura 21. Demostración de tolerancia a enfermedades del cultivar Tabaré injertado sobre Ipala, en comparación con el testigo.



Figura 22. Los productores conocieron sobre los cuidados y beneficios en la utilización de tomate injertado.



a



b

Figura 23 a y b. Productores que apoyaron en el día de campo, exponiendo su experiencia en cuanto al uso de estos materiales como variedad injertada, a) Balvino Pérez; b) Ángel Pérez.



a



b

Figura 24 a y b. Intercambio de experiencias entre productores y técnicos de las municipalidades en cuanto al manejo y cuidado del cultivo de tomate.



Figura 25. Participación de productores socializando su experiencia en el cultivo de tomate injertado, beneficios en el uso para la tolerancia a enfermedades.



Figura 26. Los productores y actores locales del consorcio evaluaron la diferencia entre utilizar materiales de tomate injertado en comparativa con el uso de cultivares de tomate vulnerables al ataque de bacterias y virus.



Figura 27. Presentación de objetivos e inicio del día de campo con actores locales del consorcio de actores locales.



Figura 28. Demostración de tolerancia a enfermedades del cultivar Tabaré injertado sobre Ipala, en comparación con el testigo.



Figura 29. Los productores y actores locales del consorcio evaluaron la diferencia entre utilizar materiales de tomate injertado en comparativa con el uso de cultivares de tomate vulnerables al ataque de bacterias y virus.



a



b

Figura 30 a y b. Injerto de tomate, a) productores y actores locales de los municipios de San Marcos y Huehuetenango; b) Técnicos del MAGA



Figura 31. Intercambio de experiencias entre productores y técnicos de las municipalidades en cuanto al manejo y cuidado del cultivo de tomate.



Figura 32. Foto general del grupo que participó en el día de campo.

Anexo 2. Análisis fitopatología suelos, detección de *Ralstonia solanacearum*



Empresa IICA-CRIA
Atención a Ing. Milton Solís
Asunto Reporte de análisis de Fitopatología
Realizado por Dr. Marco Antonio Arévalo
Código 1590719
Cultivo Tomate (Tabare X Ipala)
Localidad
Fecha colecta 28 de Junio del 2019
Fecha recepción 04 de Julio del 2019
Fecha del informe 15 de Julio del 2019

Muestras de suelo

No.	Código
1	Localidad 1
2	Localidad 2
3	Localidad 3
4	Localidad 4
5	Localidad 5
6	Localidad 6
7	Localidad 7
8	Localidad 8
9	Localidad 9
10	Localidad 10

Resultado análisis Inmunología. Enzime-linked Inmuno Sorbent Assay (ELISA)

No. de muestra	<i>Ralstonia solanacearum.</i>
1	NEGATIVO
2	POSITIVO
3	NEGATIVO
4	NEGATIVO
5	NEGATIVO
6	NEGATIVO
7	NEGATIVO
8	NEGATIVO
9	NEGATIVO
10	NEGATIVO

Anexo 3. Análisis fitopatología Ex-Ante, detección de *Ralstonia solanacearum* y geminivirus, virus TYLCV



Muestras foliares

No.	Código	Localidad
1	Localidad 1	San Antonio, San Marcos
2	Localidad 2	Cuya, Tajutla
3	Localidad 3	Chocoyo, Sipacapa
4	Localidad 4	Cabajchun, SM
5	Localidad 5	Siete Platos, SM
6	Localidad 6	San Antonio, SM
7	Localidad 7	Aguascalientes
8	Localidad 8	San Marcos
9	Localidad 9	Palestina
10	Localidad 10	Palestina

Resultado análisis Inmunología. Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR)

No. de muestra	<i>Ralstonia solanacearum.</i>	TYLCV
1	POSITIVO	NEGATIVO
2	NEGATIVO	NEGATIVO
3	POSITIVO	POSITIVO
4	NEGATIVO	NEGATIVO
5	NEGATIVO	NEGATIVO
6	NEGATIVO	POSITIVO
7	POSITIVO	NEGATIVO
8	NEGATIVO	NEGATIVO
9	NEGATIVO	NEGATIVO
10	NEGATIVO	NEGATIVO

DIAGNOSTICO

Se detectó la presencia de *Ralstonia solanacearum* en la muestra 2 de suelo y en las muestras foliares número 3 y 7.

En las muestras 3 y 6 se detectó la presencia de TYLCV en hojas.

Anexo 4. Análisis fitopatología Ex-Post, detección de *Ralstonia solanacearum* y geminivirus, virus TYLCV



Empresa IICA-CRIA
Atención a Ing. Mario de León Díaz
Asunto Reporte de análisis de Fitopatología
Realizado por Dr. Marco Antonio Arévalo
Código 2801019
Cultivo Tomate
Localidad
Fecha colecta
Fecha recepción 16 de Octubre del 2019
Fecha del informe 31 de Octubre del 2019

Muestras foliares

No.	Código	Localidad
1	Isaac (<i>Ralstonia</i>)	Agua Caliente, San Marcos
2	Ardani (<i>Ralstonia</i>)	San José, Las Islas
3	Juan (<i>Ralstonia</i>)	San José Granados
4	Angel (<i>Ralstonia</i>)	Palestina de los Altos
5	Balvino (<i>Ralstonia</i>)	Palestina de los Altos
6	Cabajchum (TYLCV, <i>Ralstonia</i>)	San Miguel Ixtahuacán
7	Cuya (TYLCV, <i>Ralstonia</i>)	Cuya, Tejutla
8	Las Barrancas (TYLC, <i>Ralstonia</i>)	San Antonio
9	Los Chocoyos (TYLCV, <i>Ralstonia</i>)	Sipacapa, San Marcos
10	Siete Platos (TYLCV, <i>Ralstonia</i>)	San Miguel Ixtahuacán
11	Isaac (TYLCV)	Agua Caliente, San Marcos
12	Ardani (TYLCV)	San José, Las Islas
13	Juan (TYLCV)	San José Granados
14	Angel (TYLCV)	Palestina de los Altos
15	Balvino (TYLCV)	Palestina de los Altos

Resultado análisis Inmunología. Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR)

No. de muestra	<i>Ralstonia solanacearum.</i>	TYLCV
1	NEGATIVO	N.A.
2	NEGATIVO	N.A.
3	POSITIVO	N.A.
4	NEGATIVO	N.A.
5	NEGATIVO	N.A.
6	POSITIVO	NEGATIVO
7	POSITIVO	POSITIVO
8	NEGATIVO	POSITIVO
9	POSITIVO	POSITIVO
10	NEGATIVO	NEGATIVO



No. de muestra	<i>Ralstonia solanacearum.</i>	TYLCV
11	N.A.	POSITIVO
12	N.A.	NEGATIVO
13	N.A.	NEGATIVO
14	N.A.	NEGATIVO
15	N.A.	NEGATIVO

DIAGNOSTICO

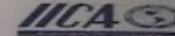
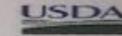
Las muestras 3, 6, 7 y 9 son positivas para la bacteria *Ralstonia solanacearum*. Las muestras 7, 8, 9 y 11 son positivas para el virus TYLCV.

Anexo 5. Listado de actores locales que participaron de los talleres y días de campo



CRIA

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria



Tipo de Evento

Reunión Consorcio
Visita de campo
Curso

Taller
Conferencia
Otro

	X

ACTIVIDAD
CONSORCIO
RESPONSABLE
FECHA
LUGAR
HORARIO

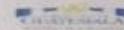
Tomate: híbrido tabaré injertado, alternativa tolerante a marchitez bacteriana y geminivirus, altiplano marquense, Guatemala / Taller sobre injerto en plantas de tomate con productores de la cadena de tomate
CRIA Occidente Cadena de tomate
Mario Alberto de León Díaz
Viernes 19 de julio de 2019
Centro Diocesano de Formación Integral San José, aldea Champollap, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos
8:00 a 16:00 horas

No.	Nombre	Sexo		Edad	Institución	Cargo	Teléfono	Firma
		M	F					
01	Saúl Vázquez Romero	X		54	COPAPA	Productor	57078706	[Firma]
02	Aldo Calixto Ochoa Sánchez	X		27	Asociación de Agricultores Unidos	Productor	33830508	[Firma]
03	Nivia Gabriela Barrios de Aragón		X	25	COPAPA	Productora	46305004	[Firma]
04	Eusebio Pérez Macropán	X		22	Asociación Productores Unidos	Productor	49464844	[Firma]
05	Samuel Pérez Morales	X		49	Productores Productores Unidos	Productor	52067906	[Firma]
06	Arturo Abilio Benilla Semer	X		27		Productor	31352136	[Firma]
07	Gaspar Antonio López Montuoso	X		20		Productor	56002467	[Firma]
08	Juan Cristóbal Romo	X		55		Productor	74832594	[Firma]
09	Juan Edilberto René Hernández	X		27		Productor	49498883	[Firma]
10	German Sandoval Morales Morales	X		55	APROAAT	Productor	49171542	[Firma]
11	Israel Vázquez López	X		44	Brigada de Caballón	Presidente	72405090	[Firma]
12	Andrés Sánchez Pérez	X		49	APROAAT	Productor	49407086	[Firma]
13	Nazario Morales Román	X		70	APROAAT	Promotor	53652920	[Firma]
14	Carlos Roberto Bablero	X		60	APROAAT	Promotor	30225119	[Firma]
15	Edson Benjamín López Velásquez	X		26	CUSAM		41107236	[Firma]
16	Francisco Antonio López	X		16	CUSAM		49547760	[Firma]
17	Cristian Franck Espinoza R.	X		26	CUSAM	Trasplante	40569091	[Firma]
18	EdUARDO SAUL OROZCO	M		39	El Parasol, S.A	Ventas, prom.	47764833	[Firma]
19	Emilio F. Cinto	X		49	San Miguel Xela		57499405	[Firma]
20	Jesús Domingo Cinto			50	San Miguel IX		49071779	[Firma]
21	Abraham Díaz	X		50	ASODIC	Socio	57377728	[Firma]
22	Rafael Román R.	X		47	Productor Tomate	Socio	31035263	[Firma]
23	Benedicto Belcon	X		47	ACAME	vocal/44	5522-5777	[Firma]
24	Martin Pérez	X		47	Productor Tomate	Productor	59121965	[Firma]
25	Usandro Miguel Castro	X		30	CUSAM-mulhiguelIA	FCista	51003491	[Firma]



CRIA

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria



Tipo de Evento

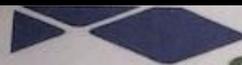
Reunión Consorcio
Visita de campo
Curso

Taller
Conferencia
Otro

ACTIVIDAD
CONSORCIO
RESPONSABLE
FECHA
LUGAR
HORARIO

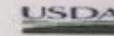
Tomate: híbrido tabaré injertado, alternativa tolerante a marchitez bacteriana y geminivirus, altiplano marquense, Guatemala / Día de campo con actores locales de la cadena de tomate
CRIA Occidente Cadena de tomate
Mario Alberto de León Díaz
Viernes 20 de septiembre de 2019
San José Buena Vista, Palestina de los Altos, Quetzaltenango
7:00 a 14:00 horas

No.	Nombre	Sexo		Edad	Institución	Cargo	Teléfono	Firma
		M	F					
01	Luis Donald Aguilar Sanchez	X		24	Muni. Esq. Palo gordo	Tecnico	31494005	<i>[Signature]</i>
02	Marilyn Melinda Alvarado		X	55	Pr.	Productor	54478725	<i>[Signature]</i>
03	ROSA Marina Bautista goso		X	40		productor	45517610	<i>[Signature]</i>
04	Anderson Misael Pines Bautista	X		19		Productor	4592-4670	<i>[Signature]</i>
05	Sandra Maribel Bautista		X	40		Productor	53 43 57 50	<i>[Signature]</i>
06	Mad'm Lucio Quiché Lopez	✓		37	Muni. Palestina	Tecnico	40512870	<i>[Signature]</i>
07	Genaro Gonzales	✓		53	Palestina	Productor	46876747	<i>[Signature]</i>
08	Fidel Mendez	✓		45	Palestina	Productor	46670040	<i>[Signature]</i>
09	Erwin Lopez	✓		20	Palestina	Productor	56007467	<i>[Signature]</i>
10	Estelinda Guzmán López	✓		26	CUSAM/CRIA	Investigador	41107236	<i>[Signature]</i>
11	Cristian Aldair Vasquez	✓		24	CUSAM/CRIA		52019015	<i>[Signature]</i>
12	Shenida Manu gan Brullia	✓		20		Productor	42396612	<i>[Signature]</i>
13	Kalando Javier Gómez Ramirez	✓		27	CUSAM/USAC	Estudiante	52898585	<i>[Signature]</i>
14	Roxana Santiago Franes de Leon	✓		27	USAC-CUSAM	Estudiante	41795639	<i>[Signature]</i>
15	Avan Diego Felipe	✓		29	CUSAM/USAC	Estudiante	35428677	<i>[Signature]</i>
16	Dalman Roberto Velasquez	✓		31	CUSAM/USAC	Estudiante	59118977	<i>[Signature]</i>
17	Cynthia Frank Fuentes López	X		27	CUSAM/USAC/CRIA	Investigador	40589091	<i>[Signature]</i>
18	Franco Abel Soto Lopez	✓		18	San Andres cmj	Piloto	54965653	<i>[Signature]</i>
19	Alex Omar Soto Lopez	✓		19	San Andres chapil	Piloto	30110416	<i>[Signature]</i>
20	Mony Gudiel Perez Cardona	✓		17	Muni. San Antonio	Estudiante	04970173	<i>[Signature]</i>
21	Marcelino Ramirez Puel	-		35	San Antonio sac	productor	50940705	<i>[Signature]</i>
22	Isandro Miguel Castro E.	-		30	San Antonio sac	Investigador	59003491	<i>[Signature]</i>
23	Efraim Monterroso	-		53	Los lagunas cuiches 30	productor	4021215	<i>[Signature]</i>
24	Valvino Perez Gonzalez	-		36	Los Matagorda	Productor	46495209	<i>[Signature]</i>
25	Keyna Gonzalez Vicente	✓		55	Los Matagorda	Productora	53272247	<i>[Signature]</i>



CRIA

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria



Tipo de Evento

Reunión Consorcio
Visita de campo
Curso

Taller
Conferencia
Otro

ACTIVIDAD
CONSORCIO
RESPONSABLE
FECHA
LUGAR
HORARIO

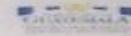
Tomate: híbrido tabaré injertado, alternativa tolerante a marchitez bacteriana y geminivirus, altiplano marquésense, Guatemala / Día de campo con actores locales de la cadena de tomate
CRIA Occidente Cadena de tomate
Mario Alberto de León Díaz
Viernes 20 de septiembre de 2019
San José Buena Vista, Palestina de los Altos, Quetzaltenango
7:00 a 14:00 horas

No.	Nombre	Sexo		Edad	Institución	Cargo	Teléfono	Firma
		M	F					
26	Roselia Paola Montoya Carrillo		/	21	Productora	Los Miguirada	23637031	
27	Juliana delgado Gonzalez		/	60	los Miguirada	Productora		
28	Luis Pérez Marroquin	/		22	Productor	Productor	44464844	
29	Agustín Pérez Mardel	/		50	comité agrícola	Productor	52067206	
30	Wilson Carreto	/		24	Muni. San Antonio	Coordinador	32121818	
31	Erica Cifuentes	/		40	Eden, Palestina	Productor	57617657	
32	Berlín Cifuentes	/		38	Eden, Palestina	Productor	55699945	
33	Isabel López	/		27	Cas Lagunas	Productora	51523987	
34	Enrique Pedro Carreto	/		28	Productores Asociados	Productor	46212525	
35	Victorino Escobar	/		28	Productores Asociados	Productor	45909395	
36	Sara López		/	32	Productora	Productora	30424066	
37	Efraim Cabrera	/		59	Productora	Productora	31046991	
38	Juan Edilberto Rosaj H.	/		28	Productor	Productor	40402882	
39	Juan Rosaj	/		55	San Antonio Sac	Productor	44832594	
40	Miricelda Hernandez Vasquez		/	50	San Antonio	Productora	32652190	
41	JORGE KILAO BENJO HERNANDEZ	/		20	SAN ANTONIO	PRODUCTOR	32652190	
42	Walter Pérez	/		28	San Antonio			
43	Bradley Garcia	/		79	San Antonio			
44	Rocael Bonilla	/		34	San Antonio			
45	Roberto de León	/		26	San Antonio	productor	53270413	
46	Erica Rosaj		/	23	San Antonio	Productora	200920461	
47	Milzay Arriano	/		50	CUSTOM	Productora	58013659	
48	Ricardo Diaz	X		52	Productor	Productor	46930050	
49	Anabel Diaz		/	39	Asocio	Socia	59970279	
50	Ella Cecilia Garcia		/		Asocio	Socia		



CRIA

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria



Tipo de Evento

Reunión Consorcio
Visita de campo
Curso

Taller
Conferencia
Otro

ACTIVIDAD
CONSORCIO
RESPONSABLE
FECHA
LUGAR
HORARIO

Tomate: híbrido tabaré injertado, alternativa tolerante a marchitez bacteriana y geminivirus, altiplano marquense, Guatemala / Día de campo con actores locales de la cadena de tomate
CRIA Occidente Cadena de tomate
Mario Alberto de León Díaz
Viernes 20 de septiembre de 2019
San José Buena Vista, Palestina de los Altos, Quetzaltenango
7:00 a 14:00 horas

No.	Nombre	Sexo		Edad	Institución	Cargo	Teléfono	Firma
		M	F					
51	Wuenseslas Rablero Bartolón	X		52	MAGA	Extensión Rural	58014098	
52	JULIO ROBERTO ORZEL	Y		52	MAGA	EDAP	31444247	
53	GILBERTO ANDRÉS ESCOBAR	X		50	MAGA	BA. CRYA	42345150	
54	Luis Alberto Acuña García	X		32	MAGA	Extensión Rural	51971470	
55	Rubén Leal Ruiz	X		46	Unión Europea	AT-IF/PAPPEC	53709885	
56	Edson Giovanni Castañeda	X		46	MAGA	ext. DAE	31853627	
57	Válor Alberto Poma Sandoz	X		31	ADIRP-PDIV	Técnico	51221904	
58	Péscar Jemmel López Pérez	X		26	ADIRP-TON	F.P.S.	47993333	
59	Rosario Ezequiel Díaz Barrera	X		28	ASODIC	Socio	49096865	
60	Mario de Jesús Arrivillaga Manguián	X		28	ASODIC	Socio	31603607	
61	Nelfi Antoniel Arrivillaga Flores	X		27	ASODIC	socio	52031946	
62	Nielman Efraín Díaz	X		42	ASODIC	socio	42865454	
63	Daniela Muriel López	X		55	ASODIC	Socio	57372970	
64	Alfonso Díaz	X			ASODIC	Socio	57372970	
65	Mario Alberto de León Díaz	X		26	CASAM/USAC	Investigador	51301170	



CRIA
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Tipo de Evento	Reunión Consorcio	<input type="checkbox"/>	Taller	<input type="checkbox"/>	
	Visita de campo	<input type="checkbox"/>	Conferencia	<input type="checkbox"/>	
	Curso	<input type="checkbox"/>	Otro	<input type="checkbox"/>	

Tomate: híbrido tabaré injertado, alternativa tolerante a marchitez bacteriana y geminivirus, altiplano marquense, Guatemala / Día de campo con actores locales de la cadena de tomate

ACTIVIDAD
CONSORCIO
RESPONSABLE
FECHA
LUGAR
HORARIO

CRIA Occidente Cadena de tomate
Mario Alberto de León Díaz
Viernes 27 de septiembre de 2019
Aldea Cuya, municipio de Tejutla, departamento de San Marcos
7:00 a 14:00 horas

No.	Nombre	Sexo		Edad	Institución	Cargo	Teléfono	Firma
		M	F					
1	Rafael Aguilar De León	X		50	Productor individual	Productor	30015263	<i>[Signature]</i>
2	José Domingo Cruz Barrios	X		50	Productor individual	Productor	49071777	<i>[Signature]</i>
3	Pablo Manuel Cruz Barrios	X		45	Productor individual	Productor	57617472	<i>[Signature]</i>
4	Fruin Donald Díaz	X		35	Productor individual	Productor	48549536	<i>[Signature]</i>
5	Salvador A. Velásquez	X		60	Productor	Productor	55630072	<i>[Signature]</i>
6	Alfredo Ambrosio Tzuc	X		30	Productor individual	Productor	53378330	<i>[Signature]</i>
7	Venancio Ambrosio López	X		42	Productor individual	Productor	46430705	<i>[Signature]</i>
8	Dany David Ambrosio Sandoz	X		20	Productor individual	Productor	49052690	<i>[Signature]</i>
9	Arcely Sánchez Cruz		X	30	Productor individual	Productora	48-52-73-98	<i>[Signature]</i>
10	Felipe Ambrosio Rodas	X		58	Productor individual	Productor	16-52-23-96	<i>[Signature]</i>
11	Rosael Ambrosio Sánchez	X		24	Productor individual	Productor	28-52-31-69	<i>[Signature]</i>
12	Edu Roberto García Feliciano	X		28	MAGA	EDAR	45521042	<i>[Signature]</i>
13	Mydyr Eduardo Fuentetaja	X		33	MAGA	EDAR	47005808	<i>[Signature]</i>
14	Pedro Aramis González Mazariegos	X		36	MAGA / Tecun	EDAR	50010610	<i>[Signature]</i>
15	Bonifacio Elin Amilcar Velásquez	X		45	AMER-MAGA Rio Blanco	EDAR	45379614	<i>[Signature]</i>
16	Marcelo Lebeon Cortez	X		40	Promotor de tomate	Productor	45518441	<i>[Signature]</i>
17	Germán Morales	X		55	MAGA	Productor	49176547	<i>[Signature]</i>
18	Luis Alberto Aguirre García	X		32	MAGA	Extensión Rural	5157470	<i>[Signature]</i>
19	Ruben Leal Ruiz	X		46	Union Europea	AT-UE/PATTEC	52709885	<i>[Signature]</i>
20	Gilberto Antonio Escobedo	X		50	MAGA	Coord. Ext. Rural	42345150	<i>[Signature]</i>
21	Wenceslao Roblero Bastelán	X		52	MAGA	Extensión Rural	5804098	<i>[Signature]</i>
22	Edgery Giovanni Castañeda Pérez	X		46	MAGA	Extensión Rural	21853027	<i>[Signature]</i>
23	Dolman Roberto Velásquez G.	X		32	USNC - CUSAM	Investigador A.	34118972	<i>[Signature]</i>
24	Julio Roberto Cruz	X		51	MAGA	EDAR	31494047	<i>[Signature]</i>
25	Cristian Frank Fuentes López	X		27	IICA - CUSAM	Invest. graduy	40589091	<i>[Signature]</i>



CRIA

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria



Tipo de Evento

Reunión Consorcio
Visita de campo
Curso

Taller
Conferencia
Otro

ACTIVIDAD
CONSORCIO
RESPONSABLE
FECHA
LUGAR
HORARIO

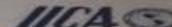
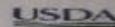
Tomate: híbrido tabaré injertado, alternativa tolerante a marchitez bacteriana y geminivirus, altiplano marquense, Guatemala / Día de campo con actores locales de la cadena de tomate
CRIA Occidente Cadena de tomate
Mario Alberto de León Díaz
Viernes 27 de septiembre de 2019
Aldea Cuya, municipio de Tejutla, departamento de San Marcos
7:00 a 14:00 horas

No.	Nombre	Sexo		Edad	Institución	Cargo	Teléfono	Firma
		M	F					
26	Veronica Díaz Pérez		X	39	ASOHEI	Promotora	30726373	[Firma]
27	Mario Díaz Pérez	X		49	ASOHEI	Productor	51699770	[Firma]
28	Ruafido Mejía Velasquez	X		45	ASOHEI	Promotor	58046917	[Firma]
29	Guillermo De Leon Pérez	X		68	ASOHEI	productor.	45671816	[Firma]
30	Sulio Sebastián Monte Escalauk	X		70	ASOHEI	Productor oficial	59129981	No firma
31	Tomas Luciano Arceaga Arceaga	X		34	ASOHEI	Productor	57036307	[Firma]
32	Manolo Guziel Miranda Ornela	X		28	ASOHEI	Coordinador agropec.	78885692	[Firma]
33	Amner Azuel Aguilar Gonzalez	X		34	MAGA	EDAR	45739903	[Firma]
34	Vilman Diaz Barrios	X		42	ASODIC	productor	42565459	[Firma]
35	Juan María			52	ASODIC	productora	40698046	[Firma]
36	Moé Aguilar Muñoz			46	ASODIC	productora	40698046	[Firma]
37	Arcangel Ventura Gonzalez						40698046	[Firma]
38	Juan Diego Felipe	X		29	USAC - CUSAM	Investigador	33428177	[Firma]
39	Katanda Javier Jaramel Ramirez	X		27	USAC - CUSAM	Investigador	58992385	[Firma]
40	Juan Alfredo Poma Sumo	X		31	ADPO - PDN	Facilitador	51271804	[Firma]
41	Jesús Israel López Pérez	X		26	ADPO - PDN	F.P.S	47999333	[Firma]
42	Lisandra Angiel Castro R.	X		30	USAC - CUSAM	Investigador A.	59003491	[Firma]
43	Rocío Ezequiel Díaz B	X		28	ASODIC	Socio	49896865	[Firma]
44	Maria de Jesus Arriavillaga Marrigosa	X		28	ASODIC	Socio	31603607	[Firma]
45	Melfrí Alfonso Arriavillaga Flores	X		27	ASODIC	Socio	53036246	[Firma]
46	Rosalva Díaz	X			ASODIC	presidente	52372998	[Firma]
47	Ricardo Díaz	X		52	ASODIC	Vocal	46930050	[Firma]
48	ANABELIA Díaz		X	39	ASODIC	SOCIO	59970279	[Firma]
49	Elva Guadalupe García		X		ASODIC	Socio		[Firma]
50	Vinny Díaz	X		23	ASODIC	Socio	49501526	[Firma]



CRIA

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria



Tipo de Evento

Reunión Consorcio
Visita de campo
Curso

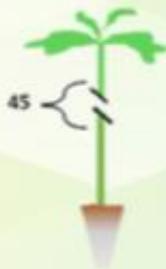
Taller
Conferencia
Otro

ACTIVIDAD
CONSORCIO
RESPONSABLE
FECHA
LUGAR
HORARIO

Tomate: híbrido tabaré injertado, alternativa tolerante a marchitez bacteriana y geminivirus, altiplano marquense, Guatemala / Día de campo con actores locales de la cadena de tomate
CRIA Occidente Cadena de tomate
Mario Alberto de León Díaz
Viernes 27 de septiembre de 2019
Aldea Cuya, municipio de Tejutla, departamento de San Marcos
7:00 a 14:00 horas

No.	Nombre	Sexo		Edad	Institución	Cargo	Teléfono	Firma
		M	F					
51	Doris Colante Muñoz Lopez		X	55	ASDIC	Socia		
52	Ashly Vanessa Ojeda		X	28	CUSAM	Estudiante	55382143	
53	Lisly Guadaño Orozco		X	30	CUSAM	Estudiante	3862934	
54	Nortica de González		X	35	CUSAM	Estudiante	50003035	
55	Rosay Lopez Castro		X	29	CUSAM	Estudiante	4679923	
56	Roberto Vinicio Guadalupe Barrios	X		38	ADIPO	Técnico	56937879	
57	Eneida Gutiérrez Velásquez		X	29	ADIPO	Técnico	49710731	
58	Elean Cruzabal Ramírez	X		38	CUSAM	Investigador	42047729	
59	Rolan Valiente Islaj	X		32	Productor	Productor	42670349	
60	Kerwin Pérez Riquena	X		45	Asndic	Socio	54571462	
61	Santos Velásquez		X	38	Asndic	Socio	57368335	
62	CARLOS FLORENDE LEON	X		28	UMDEL Tejutla	Técnico	53018958	
63	Edm Velásquez	X		34	Productor	Productor	55935499	
64	Daniel Villalón	X		30	Productor	Productor	31704726	
65	Mario Alberto de León Díaz	X		26	CUSAM/USAC	Investigador	51301140	

- Desinfectar con alcohol la navaja para injertar u hoja de afeitador, manos del injertador y equipo a utilizar.
- Realizar en el patrón un corte a 45° debajo de las hojas cotiledones



- En la planta a injertar realizar el mismo corte de 45°
- Unir ambas partes, hasta que coincidan con el corte.
- Ambas partes deberán de ser sostenidas a través de pinzas, clips o cinta para film.



- Podar la parte aérea de la planta injertada, para disminuir el proceso de estrés foliar, se recomienda dejar entre una o dos hojas, se deberá de tener cuidado de no cortar los meristemas.
- Enviar a la planta recién injertada al área de prendimiento.

CUIDADOS DE LA PLANTA DE TOMATE DESPUÉS DEL INJERTO

- Mantener una humedad entre 80 – 95 %, se puede hacer uso de recipientes con agua dentro de la cámara de prendimiento para incrementar la humedad.
- Mantener temperaturas entre 21 y 27 °C
- Al inicio la planta injertada deberá de estar bajo sombra, gradualmente se eliminará.

CÁMARA DE PRENDIMIENTO

La cámara es necesaria para proteger las plantas recién injertadas mientras sanan. Para una o dos plantas bastará con una bolsa grande de plástico lista para colocar sobre cada planta, después de hacer el injerto.

Para más plantas, y para que tengan más posibilidades de sobrevivir, compra o construye un marco grande de madera o de PVC, luego cúbrelo completamente con nylon de invernadero.

Ten a la mano sarán u otra tela opaca y oscura, lista para evitar que la mayor cantidad de luz solar ingrese a la cámara durante la primera etapa de cicatrización. Coloca una mesa o banco en la cámara para que puedas sostener tus plantas.

Usa un marco con un techo de dos vertientes, así la condensación correrá por los lados y no goteará sobre las plantas. Es importante saber que no se deben de ingresar plantas antes de ser injertadas.

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de San Marcos



Instituto Interamericano de
Cooperación para la Agricultura

Consorcio Regional de Investigación
Agropecuaria
CRIA

CADENA DE TOMATE - OCCIDENTE

INJERTO EN TOMATE
(Solanum lycopersicum)



“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

San Marcos, Octubre 2018

INJERTO EN EL CULTIVO DE TOMATE

HISTORIA DEL INJERTO

El injerto se define como la unión de dos porciones de tejido vegetal viviente de modo que se unan, crezcan y se desarrollen como una sola planta. Los orígenes de esta técnica son muy antiguos en especies leñosas. En 1000 a.C. ya era conocida por los chinos. Aristóteles (384-322 a.C.)

Durante el Imperio Romano y después en el Renacimiento (1300-1500 d.C.) existía interés por los injertos y fueron muy populares. Desde el siglo XVI en Inglaterra se usaban el método de hendidura y lengüeta, además se sabía que las capas de cambium debían coincidir (Hartman y Kester, 1984).

Esta técnica poco a poco se fue integrando para otras especies, en 1950 se utilizó la berenjena esmeralda (*Solanum integrifolium*) como portainjerto, injertándole berenjena (*Solanum melongena*). Los injertos en pepino (*Cucumis sativus*) y tomate (*Solanum lycopersicon*) iniciaron comercialmente alrededor de 1960 y 1970, respectivamente

Esta técnica en la producción de tomate se ha convertido en una herramienta fundamental para su producción en suelos con problemas de enfermedades y plagas. Sobre todo por el rápido desarrollo del cultivo intensivo y la agricultura protegida, que impide la rotación de cultivos aumentando los problemas de fitopatógenos.

IMPORTANCIA DEL INJERTO

El propósito principal del uso de plántulas injertadas es el aumento en el rendimiento y la prevención de enfermedades fitopatógenas alojadas en el suelo, caso específico de la marchitez por *Fusarium* y Marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*), minimizando el uso de productos químicos.

Propiedades del patrón	Propiedades del injerto
Tolerancia a sequías	Incremento en el rendimiento
Tolerancia a enfermedades del suelo	Vigor y crecimiento foliar
Tolerancia a suelos salinos	Tolerancia a heladas
Vigor y crecimiento radicular	Tolerancia a enfermedades transmitidas por plagas

TIPOS DE INJERTOS EN TOMATE

- Injerto de hendidura
El injerto de hendidura es un método conveniente para injertar tallos herbáceos. En solanáceas como la papa y tomate se realizan injertos de cuña cuando los brotes tienen 15 a 22.5 cm de alto; esto permite la producción de tubérculos y evita el riesgo de enraizamiento del injerto
- Injerto de empalme
diámetro de tallo recomendado para este método es 1.5 a 2.0 mm, que se alcanza entre 25 y 28 días después de la siembra, dependiendo del material.

El portainjerto e injerto deben tener el mismo diámetro para facilitar el prendimiento. Se realiza un corte inclinado en 45°, en el portainjerto puede realizarse por arriba o por debajo de los cotiledones.

En el injerto se realiza un corte similar en longitud e inclinación por arriba de los cotiledones, de preferencia se debe realizar el corte en un solo movimiento con navajas filosas como las de afeitar (Hartman y Kester, 1984).

Las superficies cortadas se colocan juntas procurando poner en contacto a las regiones del cambium, por eso es necesaria la homogenización del diámetro de los tallos.

Cuando el tallo de uno de los materiales es considerablemente más grueso o delgado, las zonas del cambium no quedan alineadas, por lo tanto se reduce el prendimiento.

PASOS PARA REALIZAR EL INJERTO DE EMPALME EN TOMATE

1. Para el patrón seleccionar una planta con resistencia a enfermedades y buen crecimiento de la raíz con altura de planta entre 5 y 13 centímetros con 2 o 4 hojas verdaderas.
2. Para la planta a injertar se deberá de seleccionar plantas con alto rendimiento y buena calidad de fruto, con altura de planta entre 5 y 13 centímetros con 2 o 4 hojas verdaderas, diámetro del tallo similar al patrón.