

## **Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria**

### **CRIA ORIENTE- CADENA DE TOMATE**

#### **VALIDACIÓN DE LA TOLERANCIA GENÉTICA A BEGOMOVIRUS EN EL CULTIVAR DE TOMATE TYRAL F1 EN COMPARACIÓN CON EL CULTIVAR LOCAL, EN CINCO LOCALIDADES DEL DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, GUATEMALA, 2020.**

Investigador Principal: Ing. Agr. Alan David José Pinto Vargas

Investigador Asociado: Ing. Agr. Luis Enrique Alvarado Portillo

Investigador Auxiliar: Rubén Villeda Morales

Chiquimula, septiembre de 2021

“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 su(s) autor(es) y de la institución(es) a las que pertenecen. La mención de empresas o productos comerciales no implica la aprobación o preferencia sobre otros de naturaleza similar que no se mencionan”.

## Acrónimos

CRIA	Conorcios Regionales de Investigación Agropecuaria
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos
ICTA	Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
USAC	Universidad San Carlos de Guatemala
CUNORI	Centro Universitario de Oriente

## INDICE

Contenido	Página
1. INTRODUCCIÓN .....	7
2. JUSTIFICACIÓN .....	9
3. MARCO TEÓRICO .....	10
3.1 Generalidades del cultivo de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) .....	10
3.1.1 Clasificación taxonómica del tomate .....	10
3.1.2 Principales virus que afectan el tomate .....	10
3.1.3 Plagas transmisoras .....	12
3.1.4 Métodos de control de virus .....	12
3.1.5 Mejoramiento de plantas .....	14
3.1.6 Descripción del cultivar .....	17
3.1.7 Importancia de la validación .....	17
3.1.8 Validación de tecnologías en sistemas agrícolas .....	18
4. OBJETIVOS .....	21
4.1 Objetivo General .....	21
4.2 Objetivos Específicos .....	21
5. HIPOTESIS .....	22
6. METODOLOGÍA .....	22
6.1 Localidad y época .....	22
6.2 Fase 1. Validación .....	22
6.2.1 Diseño .....	22
6.3 Tratamientos .....	23
6.4 Tamaño de la unidad experimental .....	23
6.5 Modelo estadístico .....	23
6.6 Variables de respuesta .....	24
6.6.1 Rendimiento en Kg/Ha .....	24
6.6.2 Aceptabilidad del cultivar de tomate .....	24
6.6.3 Boleta de Evaluación de aceptación validación ICTA, establecida por el Instituto de Ciencia y Tecnologías Agrícolas. ....	25

6.8 Análisis de la información .....	26
6.9 Manejo agronómico de las parcelas de validación .....	26
6.10 Fase dos. Evaluación de la pre-aceptabilidad .....	26
6.10.1 Encuesta a agricultores participantes directamente .....	26
7. RESULTADOS Y DISCUSION.....	27
8. CONCLUSIONES .....	33
9. RECOMENDACIONES .....	35
10. BIBLIOGRAFIA .....	36
11. ANEXOS.....	39

**VALIDACIÓN DE LA TOLERANCIA GENÉTICA A BEGOMOVIRUS EN  
EL CULTIVAR DE TOMATE TYRAL F1, EN CINCO LOCALIDADES DEL  
DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, GUATEMALA, 2020.**

Ing. Agr. Alan David José Pinto Vargas<sup>1</sup>

Ing. Agr. Luis Enrique Alvarado Portillo<sup>2</sup>

Rubén Villeda Morales<sup>3</sup>

**Resumen Ejecutivo**

Debido a la problemática de virosis producida por mosca blanca en el cultivo de tomate se han utilizado alternativas para su control y prevención; una de estas alternativas es el uso de cultivares de tomate tolerantes a esta patógeno. En el programa CRIA se investigó el uso de cultivares de tomate con tolerancia a virosis para mejorar la producción del rendimiento en tomate teniendo un efecto positivo para el productor en el menor uso de insecticidas para el control de mosca blanca. De esta manera se realizó la Validación de la Tolerancia Genética a Begomovirus en el Cultivar Tyral F1, en Cinco Localidades del Departamento de Chiquimula. Los municipios seleccionados fueron: Camotán, Esquipulas e Ipala donde se midieron variables de rendimiento, análisis de preceptabilidad y análisis financiero. Para el análisis de estadístico se utilizó la prueba de t Student comparando la parcela de validación con el cultivar tolerante a begomovirus (Tyral F1) con la parcela del productor. Para el análisis de preceptabilidad se realizó con 15 productores los cuales calificaron el método de utilizar un cultivar con características de tolerancia. Entre los resultados obtenidos para la variable rendimiento, el cultivar Tyral F1 fue superior con una media de 39232.26 kg/ha y 32472.71 kg/ha del cultivar convencional del agricultor para las cinco localidades del municipio de Chiquimula. En el análisis de preceptabilidad el 100% de los productores consideran buena alternativa utilizar cultivares tolerantes, un 80% utilizara la tecnología validada en el siguiente ciclo y un 100% recomendará la tecnología validada a otros productores de la región. En el análisis económico se determinó que la mejor relación beneficio costo fue para la parcela con el cultivar Tyral F1 con una relación beneficio costo de

1.45. Con estos resultados obtenidos se puede determinar que el uso de cultivares tolerantes a virosis ayudara al productor a incrementar su producción, obtener mejor rentabilidad en el cultivo de tomate y el uso reducido de insecticidas mejorando la calidad de vida para el productor y su familia en cada región.

---

<sup>1</sup> Investigador Principal del CUNORI

<sup>1</sup> Investigador Asociado

<sup>1</sup> Investigator Auxiliar

## Executive Summary

Due to the problem of virosis produced by whitefly in tomato cultivation, alternatives have been used for its control and prevention; one of these alternatives is the use of tomato cultivars tolerant to this pathogen. In the CRIA program, the use of tomato cultivars with tolerance to viruses was investigated to improve the production of tomato yield, having a positive effect for the producer in the lower use of insecticides for the control of whitefly. In this way, the validation of the genetic tolerance to begomovirus was carried out in the Tyral F1 cultivar, in five localities of the department of Chiquimula. The selected municipalities were: Camotán, Esquipulas and Ipala where yield variables, pre-acceptability analysis and financial analysis were measured. For the statistical analysis, the Student t test was used, comparing the validation plot with the cultivar tolerant to begomovirus (Tyral F1) with the producer's plot. For the pre-acceptability analysis, it was carried out with 15 producers who qualified the method of using a cultivar with tolerance characteristics. Among the results obtained for the variable yield, the Tyral F1 cultivar was superior with an average of 39232.26 kg / ha and 32472.71 kg / ha of the conventional cultivar of the farmer for the five localities of the municipality of Chiquimula. In the pre-acceptability analysis, 100% of the producers consider a good alternative to use tolerant cultivars, 80% will use the validated technology in the next cycle and 100% will recommend the validated technology to other producers in the region. In the economic analysis, it was determined that the best cost benefit relation was for the plot with the Tyral F1 cultivar with a cost benefit relation of 1.45. With these results, it can be determined that the use of virus-tolerant cultivars will help the producer to

increase his production, obtain better profitability in tomato cultivation and the reduced use of insecticides, improving the quality of life for the producer and his family in each region.

## 1. INTRODUCCIÓN

En Guatemala se siembran 8,822.30 ha de tomate en los departamentos de Guatemala, Jutiapa, Chiquimula, Jalapa, Baja Verapaz y Santa Rosa (Estrada, 2012).

El tomate que se produce en Guatemala, se destina principalmente para el mercado nacional, ya que en el año 2007 el BANGUAT reporta exportaciones por una cantidad de 17,482 toneladas métricas, que solo constituyen el cinco por ciento de la producción. El consumo per cápita anual aparente en Guatemala, según información del BANGUAT y la INE es de 21.13 kilogramos. Por lo que se considera que es uno de los vegetales que más se consume en Guatemala, tanto en el área urbana como en el área rural (Cifuentes, 2010).

Chiquimula es uno de los principales departamentos productores del cultivo de tomate a nivel nacional, siendo uno de los cultivos de mayor importancia económica para un gran número de familias del departamento de Chiquimula, quienes se benefician a través del empleo que generan las distintas actividades que conlleva este cultivo.

Los Begomovirus transmitidos por mosca blanca (*Bemisia tabaci*) actualmente uno de los principales problemas en la producción de tomate de la zona oriental de Guatemala; el daño ha sido tan fuerte que ha provocado que en algunas áreas se ha dejado de producir por el efecto del complejo mosca blanca/begomovirus o se produce exclusivamente bajo condiciones protegidas.

El uso de cultivares de tomate tolerante a Begomovirus, se considera como parte importante del manejo integrado del cultivo de tomate; ya que permitirá mantener la productividad, calidad del producto, menos uso de plaguicidas y provocaran menos daño al ambiente, obteniéndose cultivos más sanos.

En el tema de virosis la investigación que antecede a la validación ha sido sobre incidencia, severidad, rendimiento y relación beneficio/costo; según Pinto, A; et. Al (2018), en la ejecución del proyecto del Consorcio Regional de Investigación

Agropecuaria –CRIA- Oriente, determinó que el cultivar de tomate Tyral F1 obtuvo uno de mejores rendimientos, así como un menor porcentaje de incidencia y severidad a Geminivirus.

Por lo que esta fase tuvo como objetivo validar la tecnología de un tomate tolerante a Begomovirus transmitido por mosca blanca; la validación se desarrollara con la metodología de generación de tecnología del ICTA, a través de cinco parcelas de prueba manejadas por agricultores, quienes realizaron el manejo del cultivo de tomate convencional por localidad comparándolo con la tecnología propuesta en esta validación.

Luego de los talleres realizados por la cadena del tomate del Consorcio Regional de Investigación Agropecuaria –CRIA- Oriente, sobre la identificación de los problemas y líneas de investigación, se determinó que el daño provocado por los Begomovirus en el cultivo de tomate, es una de las principales limitantes en el eslabón de producción, por lo que se plantea realizar una validación de la tolerancia del cultivo a éste patógeno en cinco localidades del departamento de Chiquimula, en los meses de diciembre a junio del 2021.

## 2. JUSTIFICACIÓN

La producción de tomate es una de las mayores actividades de importancia económica en la región oriental de Guatemala ya que las condiciones agroecológicas favorecen al cultivo. Además de ser de importancia local en la dieta alimenticia de la población, generando fuentes de empleo y comercio.

La producción de tomate ha sido afectada en el oriente del país por plagas y enfermedades, las cuales reducen considerablemente el rendimiento del tomate. Dentro de esto cabe mencionar los problemas de virosis causada por Gemenivirus transmitido por mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el departamento de Chiquimula, la cual llega a provocar pérdidas económicas del 100% y ha obligado a los agricultores a abandonar la producción en algunos casos.

En la actualidad, existen alternativas de cultivares de tomate con tolerancia genética son de los métodos de control más económicos, accesibles, seguros y de mayor efectividad para controlar enfermedades de las plantas donde los productores reducen la dependencia de la protección química.

A través de la validación de la tecnología de un tomate tolerante a begomovirus, se generó la información necesaria para determinar la tolerancia genética que presente el cultivar Tyral F1, el cual en investigaciones anteriores se ha mostrado con mejores características agronómicas de rendimiento y resistencia o tolerancia a la virosis causada por *Bemisia tabaci*, bajo la condición ambiental que contenga este patógeno.

Las localidades donde se realizó la validación son Camotán, Ipala y Jocotán municipios del departamento de Chiquimula, ya que estos municipios son productores del cultivo de tomate y presentan baja producción debido a la incidencia de virosis transmitida por mosca blanca.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 Generalidades del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)

##### 3.1.1 Clasificación taxonómica del tomate

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del tomate

Reino	Plantae
Subreino	Viridiplantae
Infrareino:	Streptophyta
Superdivisión:	Embryophyta
Clase:	Magnoliopsida
Superorden:	Asteranae
Orden:	Solanales
Familia	Solanáceas
Género	<i>Solanum</i>
Especies:	<i>Solanum lycopersicum</i> L.

Fuente: Itis, 2020

##### 3.1.2 Principales virus que afectan el tomate

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 (VISAR, 2015).

En Centroamérica destacan por su incidencia y severidad lo siguientes virus: Virus del mosaico del Tabaco (VMT), Virus Y de la papa (VYP), Virus X de la papa (VXP), Mosaico amarillo del tomate (VMAT) (VISAR, 2015).

De particular importancia es la creciente incidencia de virus transmitido por mosca blanca (grupos clasificados como Geminivirus) (VISAR, 2015).

- **Geminivirus (Begomovirus)**

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 (VISAR, 2015).

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 (VISAR, 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 están los siguientes:

TYLCV Tomato Yellow Leaf Curl Virus o Virus del enrollamiento foliar amarillo del tomate; virus del enrollamiento de la hoja amarilla del tomate (VISAR, 2015).

TSLCV Tomato Severe Leaf Curl Virus o virus del enrollamiento severo de la hoja del tomate (VISAR, 2015).

TGMoV Tomato Golden Mottle Virus o Virus del moteado dorado del tomate (VISAR, 2015).

PGMV pepper Golden Mosaic Virus o Virus del mosaico dorado del pimiento (VISAR, 2015).

ToMoV Tomato Mottle Virus o Virus del moteado del tomate; virus del jaspeado del tomate (VISAR, 2015).

### 3.1.3 Plagas transmisoras

- **Mosca Blanca (*Bemisia* spp.)**

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 (VISAR, 2015).

Cuando los geminivirus se presentan antes de la floración se puede reducir los rendimientos hasta en un 100%, y si se presenta después de iniciada la floración, las plantas enfermas generan frutos pequeños y con deformaciones (VISAR, 2015).

El control químico para la virosis por si solo resulta inefectivo e incosteable, por lo que es importante llevar a cabo un manejo integrado de plagas. Debido a que el mayor impacto de las moscas blancas es la transmisión de virosis. Para propiciar la sobrevivencia de los organismos benéficos en el cultivo, se debe utilizar insecticidas poco tóxicos, como son: los aceites, *Bacillus thuringiensis* o insecticidas con ingrediente activo a base de Abamectina (VISAR, 2015).

El insecticida imidacloprid mata a los insectos antes que estos puedan transmitir el virus (VISAR, 2015).

### 3.1.4 Métodos de control de virus

#### a. Antes de sembrar

Un paso inicial es el de seleccionar la variedad o híbrido de tomate a utilizar, eligiendo materiales resistentes a las principales enfermedades presentes en una zona, así como que cumplan los requisitos del mercado (VISAR, 2015).

Otro factor a considerar antes del trasplante es la selección o ubicación del terreno a utilizar de la plantación; en este caso se debe evitar poner plantaciones de tomate cercanas a cultivos o lotes con plantas que sean hospederas de los insectos vectores o reservorios de virus, como el caso de soya, tabaco y chile, entre otros (VISAR, 2015).

Posteriormente se debe tener la seguridad de usar plántulas o pilones que estén libres de virus y de insectos vectores, las cuales deben ser producidas en ambientes controlados, en invernaderos o piloneras que aseguren que dichas plantas estén sanas. Una vez que las plántulas estén listas para su trasplante, es necesario aplicar algún insecticida sistémico al momento del trasplante y en la primera semana después del trasplante, para protegerla (VISAR, 2015).

#### **b. Durante el ciclo del cultivo**

Un factor crítico en esta etapa es el establecimiento de una cubierta protectora (malla antiáfido, tricot, agribon, etc.), que impida el paso de los insectos vectores a las plántulas recién trasplantadas, estas pueden ser microtúneles, macrotúneles o casas mallas (VISAR, 2015).

Esta cubierta debe colocarse de dos a tres días antes del trasplante, realizándose una aplicación de insecticida antes del trasplante, para asegurar que se eliminen los insectos dentro de la cubierta. Normalmente esta se mantiene por 30 o 40 días, según el desarrollo del cultivo; sin embargo, en regiones más frescas, es posible dejar la cubierta durante todo el ciclo (VISAR, 2015).

Otro aspecto que ayuda a reducir el impacto de las virosis es el uso de trampas pegajosas, las cuales se deben colocar desde las primeras etapas (dentro o fuera de la cubierta) y continuar su uso en etapas de producción a campo abierto. Esto, además de reducir la población de mosca blanca o trips presente en el cultivo, sirve para monitorear la población y decidir cuándo aplicar algún insecticida (VISAR, 2015).

#### **c. Eliminación de plantas enfermas**

Otro aspecto importante en el manejo de las virosis, es la realización de recorridos dentro de la parcela para detectar y eliminar las plantas infectadas con virus, principalmente durante las primeras semanas de desarrollo del cultivo, lo cual reduce los focos de infección, evitando que los insectos vectores como mosca blanca o trips, pasen el virus de plantas enfermas a plantas sanas (VISAR, 2015).

Un componente clave del manejo integrado de plagas es el control biológico. Existe en el campo enemigos naturales para la mosca blanca, como son: parasitoides y depredadores. En estudios de campo realizados en otros países se han encontrado los siguientes parasitoides: *Eretmocerus* spp., y *Encarsia* spp. de las especies depredadoras más sobresalientes se tiene a *Chysoperla* spp. (crisopa), que además de atacar a las moscas blancas, atacan a áfidos los cuales también son vectores de la virosis (VISAR, 2015).

Una vez realizado el trasplante, es necesario aplicar un insecticida sistémico (Imidaclopid), para proteger a las plántulas durante los primeros días después de realizado el trasplante. Posteriormente se puede seguir con la aplicación de insecticidas, según se presenten las plagas. Respecto al uso de insecticidas, es importante usar productos selectivos, a fin de reducir el impacto sobre las poblaciones de enemigos naturales presentes en el campo (VISAR, 2015).

Asimismo, es necesario hacer una rotación de insecticidas, para reducir la probabilidad de desarrollar resistencia a insecticidas en los insectos vectores (VISAR, 2015).

#### **d. Después de la cosecha**

Se recomienda remover y destruir las plantas de tomate tan pronto como sea posible después del último corte. Evitar los cultivos “puente” o malezas que sirvan hospedera de la mosca blanca o trips o como reservorio de los virus (VISAR, 2015).

#### **3.1.5 Mejoramiento de plantas**

El mejoramiento de plantas constituye el conjunto de métodos biológicos tendientes a crear por la vía genética, variedades de plantas cultivadas cada vez mejor adaptadas a las exigencias cuantitativas y cualitativas de la producción agrícola (Depestre, citado por Teni, 2004).

Las especies silvestres tienen un gran potencial en el mejoramiento, dada la diversidad de su plasma germinal. Han sido hibridadas con formas cultivadas por el

interés de sus genes de resistencia a diversas enfermedades y para mejorar el color y la calidad de sus frutos (Rick, citado por Teni, 2004).

#### **a. Resistencia**

La resistencia es una respuesta biológica ante el ataque de predadores o patógenos a los organismos, esta respuesta o resistencia puede provenir de la expresión de uno o muchos genes de los organismos. La resistencia es toda característica heredable que permite una disminución de la incidencia de un agente patógeno o de un depredador sobre la cantidad o calidad de una cosecha (Depestre, citado por Teni, 2004).

La eficacia de una resistencia proviene de la combinación de dos factores: el nivel de expresión de la misma y su estabilidad en el tiempo o durabilidad, ambos factores poseen su propio determinismo (Depestre, citado por Teni, 2004).

#### **b. Resistencia genética a geminivirus transmitidos por mosca blanca**

Los programas de mejoramiento para la producción de cultivares de tomate resistentes geminivirus transmitidos por mosca blanca dieron inicio a finales de los años 60's en Israel, estos fueron dirigidos contra el geminivirus del hemisferio oriental TYLCV. Desde entonces se han realizado esfuerzos similares contra otros geminivirus (Mejía, citado por Teni, 2004).

Debido a que no se ha encontrado ninguna fuente de resistencia en la especie cultivada *L. esculentum*, todos estos programas se basan en la introgresión de la resistencia de alguna de las nueve especies silvestres de tomate (Mejía, citado por Teni, 2004).

#### **c. Algunos estudios sobre resistencia genética del tomate realizado**

En la evaluación agronómica de cuatro materiales de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) resistentes a virosis a campo abierto en una localidad del municipio de Copan ruinas, Honduras; se evaluaron los híbridos de tomate Llanero, Romelia, San Miguel y Río Blanco y como testigo Silverado (Romero, 2008).

En función de la virosis, los cuatro híbridos mostraron mayor resistencia en comparación al testigo Silverado. Con respecto a la producción, el híbrido Llanero es el que mejor rendimiento total obtuvo con un total de 1493 cajas/Ha. En cuanto a la calidad del fruto el testigo Silverado es el que mostro mejor calidad de fruto en cuanto a su consistencia y otras características (Romero, 2008).

En la investigación “Evaluación y selección de cultivares de tomate con cualidades de resistencia a Begomovirus transmitidos por *Bemisia tabaci*” realizada por el ICTA, en el año 2013 en dos localidades del municipio de Camotán, Chiquimula y una localidad del municipio de Jocotán, Chiquimula, se determinó el comportamiento de ocho cultivares de tomate (Morales et al., 2013).

Con respecto a la incidencia de virosis a los 20 y 50 días después del transplante, se observó que los materiales que mostraron reacción susceptible a virosis fueron: El testigo Silverado y Santa cruz No.1 con un 100% de incidencia, los cultivares Anabella F-1, SE 1066, ST. 1688, JI-5 e INTA Valle del Sébaco mostraron incidencias entre el 6 y el 51% y el cultivar Patrón F1 mostró el 0% de incidencia (Morales et al., 2013).

En el análisis de varianza combinado y prueba de medias (DGC) para rendimiento de ocho cultivares de tomate, en las localidades de Los Vados, Jocotán y Guior, Camotán, Chiquimula, se pudo observar que los cultivares Patrón F1, Anabella F1, INTA Valle del Sébaco, JL- 5, SE 1066 y ST 1688, mostraron rendimientos similares y el rendimiento más alto fue del cultivar Patrón F1 con rendimientos de 50.22 t/ha. para la localidad de Guior, Camotán (Morales et al., 2013).

En el caso de la localidad de los Vados los cultivares con mayor rendimiento fueron, Patrón F1, Anabella F1 e INTA Valle del Sébaco, esto nos indica que los mejores cultivares evaluados en época seca en dos localidades fueron Patrón F1, Anabella F1 e INTA Valle del Sébaco (Morales et al., 2013).

En la investigación “Evaluación de seis cultivares de tomate tolerantes a begomovirus” se montaron tres ensayos a campo abierto en tres localidades, siendo estas Camotán, Esquipulas e Ipala, pertenecientes al departamento de Chiquimula,

en las cuales se evaluaron seis cultivares de tomate (INTA Valle del Sébaco, P-52, Guerrero, Tyral, Atitlán e Ipala) tolerantes a begomovirus contra dos testigos comerciales (Retana y Silverado). El diseño experimental utilizado fue el de parcelas divididas con estructura de parcelas en bloque, por lo cual para cada uno de los bloques se identificaron parcelas principales y subparcelas, considerando tres repeticiones y ocho tratamientos en cada localidad. Como variables de respuesta se evaluaron: incidencia y severidad a los 30 y 60 días después del trasplante y rendimiento (kg/Ha) (Pinto,2018).

Los cultivares que presentaron menor porcentaje de incidencia a begomovirus a los 30 días después del transplante en las tres localidades fueron P-52 F1 y Tyral F1. Los cultivares que presentaron menor porcentaje de severidad media a los 60 días después del transplante por localidad fueron: P-52 F1, Tyral F1 e INTA Valle del Sébaco para la localidad del Amatillo, Ipala; P-52 F1, Tyral F1 y Guerrero F1 para la localidad de Limar, Lela Chanco, Camotán y P-52 F1, Tyral F1, Atitlán F1 e INTA Valle del Sébaco para la localidad del Rodeo, Esquipulas. (Pinto, 2018).

### **3.1.6 Descripción del cultivar**

#### **Tyral F1**

Es un híbrido de crecimiento semi-determinado con planta fuerte. Se caracteriza porque tiene un excelente rendimiento, produce frutas grandes de 120 – 130 gramos uniformemente en todos los racimos, posee un color rojo intenso, buena firmeza, es muy resistente a las enfermedades foliares y tiene muy buena resistencia a virosis (East-West Seed, 2018 c).

### **3.1.7 Importancia de la validación**

En Guatemala, el ICTA adoptó el concepto de validación a la metodología de la investigación en sistemas de producción debido a la falta de resultados tangibles en varias zonas marginadas de la República llevó a definir proyectos de investigación-extensión que contaron con un fuerte componente de evaluación y adaptación de tecnologías mediante investigación en fincas, con el objetivo de validar las

tecnologías en condiciones normales, o sea evaluaciones bajo las condiciones y el manejo de los productores a quienes se dirige una innovación (Ortiz et al., 1991).

La necesidad de realizar validaciones se da al observar que muchas recomendaciones de investigaciones manejadas en laboratorio o en fincas por investigadores profesionales no son iguales a las generadas bajo las condiciones de producción del agricultor, o sea en el contexto real: las prácticas que él realiza, el tiempo dedicado a las parcelas, las maneras en utilizar la tecnología, etcétera (Ortiz et al., 1991).

Radulovich y Karemans (1993), mencionan que las validaciones permiten: generar información en un contexto real sobre los efectos que una tecnología o innovación puede tener en los sistemas objeto y establecer información sobre el esfuerzo de extensión que se necesitará para posteriormente transferir la tecnología a productores.

Zamora y Heer (s.f.), mencionan que para procesos de validación se deben de seleccionar agricultores líderes en la zona, para darle un manejo al cultivo similar a la mayor parte de agricultores del territorio. En estas parcelas de prueba será donde el agricultor decidirá si aceptar o rechazar la innovación propuesta.

### **3.1.8 Validación de tecnologías en sistemas agrícolas**

La validación de tecnologías agrícolas es la evaluación biofísica y socioeconómica de los beneficios potenciales, la adaptabilidad y la transferibilidad de innovaciones tecnológicas promisorias, la cual se realiza en un contexto real bajo manejo directo de los productores con mínima injerencia de los investigadores. La transferibilidad de los resultados de investigación es incierta cuando no es realizada en las condiciones de los potenciales usuarios (Radulovich y Karremans, 1993).

La validación de tecnologías es una metodología de investigación necesaria previa a la extensión. Aunque también durante la validación en cierto modo se hacen actividades o se emplea elementos de extensión debido a la estrecha relación entre

ellas. Además, la validación no necesariamente es la fase final de una investigación y que se puede emplear desde un inicio (Radulovich y Karremans, 1993).

Radulovich y Karremans (1993), sustentan que la validación de tecnologías se utiliza en diversas partes del mundo y tiene como objetivo:

1. Producir información en un contexto real sobre los efectos que una tecnología puede tener en los sistemas objetivo. 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 (Radulovich y Karremans, 1992).
2. 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 (Radulovich y Karremans, 1992).

Respecto a las modalidades de validación de tecnologías, Radulovich y Karremans (1992) indican que puede realizarse de las siguientes maneras:

- a) Prospectiva o retrospectiva: la primera implica transferir experimentalmente tecnologías a productores y darles seguimiento durante el proceso hasta concluirlo. La validación retrospectiva es cuando se desea obtener información sobre tecnologías que ya están en funcionamiento dentro de los sistemas agrícolas de interés, los cuales los productores han aplicado durante algún tiempo y por lo tanto han adoptado. Varios de los criterios de evaluación pueden ser aplicados en ambas modalidades.
- b) Validación simple o múltiple: puede ser para una tecnología en particular (p.ej. validar una nueva variedad de algún cultivo), varias conexas (alguna variedad sumada a fertilización, rendimiento, calidad, etc.) o, aunque no tengan estrecha relación pero que obviamente van con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población beneficiaria.

c) Validación a nivel de finca o comunitaria: puede ser con productores individuales o con grupos de personas (productores asociados). Sin embargo, el empleo de uno no restringe el uso de otra modalidad simultáneamente. Validación

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 Objetivo General

Generar información en un contexto real sobre el uso de un cultivar de tomate tolerante a begomovirus transmitido por mosca blanca (*Bemisia tabaci*), en cinco localidades del departamento de Chiquimula, Guatemala.

### 4.2 Objetivos Específicos

- Comparar el rendimiento del cultivar de tomate tolerante a begomovirus Tyrall F1, con el rendimiento obtenido con la tecnología utilizada actualmente por el agricultor, para determinar la tecnología que presente mejores resultados en esta variable.
- Evaluar el nivel de adopción de la tecnología en los productores participantes en la fase de validación, a través del formato de boleta del ICTA para medir el nivel de aceptación.

## 5. HIPOTESIS

**Ha** Que el cultivar de tomate Tyrall F1, tolerante a begomovirus será superior en rendimiento al cultivar más utilizado por el agricultor local, expresado en Kg. /Ha.

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1 Localidad y época

La investigación se estableció en tres municipios del departamento de Chiquimula, los municipios seleccionados corresponden a aquellos que tienen una alta producción de tomate, siendo los siguientes:

1. Camotán
2. Ipala
3. Esquipulas

La investigación se llevó a cabo, de noviembre del año 2020 a junio del año 2021. El total de localidades evaluadas fueron cinco (una en el municipio de Camotán, dos en Ipala y dos en Esquipulas).

### 6.2 Fase 1. Validación

#### 6.2.1 Diseño

Se utilizó el diseño de parcelas pareadas, para cuantificar el rendimiento del cultivo de tomate, debido a que solo se comparan dos tratamientos, el arreglo consistió en establecer los dos tratamientos (ver sección 6.3 Tratamientos) en parcelas de tamaño similar establecidas paralelamente en las localidades manejadas por el agricultor, definiendo la tecnología más aceptable y con mejores resultados en presencia de los diversos factores.

### 6.3 Tratamientos

El tratamiento que se validó es el siguiente:

- **Tyral F1**

Es un híbrido de crecimiento semi-determinado con planta fuerte. Se caracteriza porque tiene un excelente rendimiento, produce frutas grandes de 120 – 130 gramos uniformemente en todos los racimos, posee un color rojo intenso, buena firmeza, es muy resistente a las enfermedades foliares y tiene muy buena resistencia a virosis (East-West Seed, 2018 c).

- **Testigo**

Cultivar de tomate producido convencionalmente por el agricultor en las diferentes localidades.

### 6.4 Tamaño de la unidad experimental

Se establecieron dos parcelas en cada localidad de 300 metros cuadrados, correspondiente a media “tarea”, con el cultivar Tyral F1. Una parcela se manejó con el cultivar que el agricultor produce tradicionalmente y la otra parcela con el cultivar Tyral, ambas sembradas en la misma fecha.

### 6.5 Modelo estadístico

Sin diseño experimental; empleando para el análisis de los datos de rendimiento la prueba de t de Student para parcelas pareadas.

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

Donde:

t = valor de t de Student.

$d$  = promedio de las diferencias de rendimiento entre cultivar de tomate Tyrál F1 y el cultivar de tomate local.

$S_d$  = error estándar de las medias de las diferencias entre rendimiento.

## **6.6 Variables de respuesta**

### **6.6.1 Rendimiento en Kg/Ha**

Se determinó el rendimiento colectando los frutos maduros de las plantas por cultivar, clasificándolos por su tamaño de cajas de primera y segunda. Para expresar los resultados en kg/ha, se realizó una relación entre el rendimiento obtenido por área de tratamiento y una hectárea.

### **6.6.2 Aceptabilidad del cultivar de tomate**

Se determinó el nivel de aceptación del cultivar Tyrál F1 realizando una encuesta a través del formato de boleta del ICTA con los productores colaboradores, con el propósito de conocer de primer impacto de la tecnología propuesta.

6.6.3 Boleta de Evaluación de aceptación validación ICTA, establecida por el Instituto de Ciencia y Tecnologías Agrícolas.

**Cuadro 2. Boleta de Evaluación de aceptación validación ICTA**

<b>Tecnología probada</b>			<b>No. Boleta:</b>
<b>Coordenadas geográficas</b>		<b>Lat:</b>	<b>Long:</b>
<b>Nombre del Agricultor</b>			<b>Responsable:</b>
<b>Localización de la parcela</b>		<b>Comunidad:</b>	<b>Fecha:</b>
		<b>Municipio:</b>	
		<b>Departamento:</b>	
1	¿Cómo califica la tecnología de un cultivar de tomate tolerante a begomovirus propuesta por el CRIA?	<i>Observaciones:</i>	Excelente ( ) Bueno ( ) Regular ( ) Malo ( ) Muy malo ( )
2	¿Qué problemas o desventajas presentó para usted el cultivar Tyrál F1 probada en su sistema de cultivo?		
3	¿Qué ventajas observó en el cultivar Tyrál F1 probado por CRIA?		
4	¿Cumple el Tyrál F1 sus expectativas en rendimiento del cultivo?	Sí____ No____ Por qué	
5	¿Observó diferencias en el comportamiento entre el cultivar de tomate convencional con el Tyrál F1 probado por CRIA?	Sí____ No____ Por qué	
6	¿Le recomendaría el cultivar Tyrál F1 utilizado a otro productor?	Sí____ No____ Por qué	
7	¿Utilizará el cultivar Tyrál F1 propuesto por CRIA para su próximo ciclo de cultivo?	<i>Observaciones:</i>	Probablemente sí ( ) Definitivamente sí ( ) Probablemente no ( ) Definitivamente no ( )
8	Observaciones no consideradas en los incisos del 1 al 7 sobre un cultivar tolerante a begomovirus probado por CRIA		

## **6.8 Análisis de la información**

Los datos a recolectar corresponden al rendimiento del tomate expresado en kilogramos por hectárea, estos resultados fueron sometidos a la prueba t de Student para parcelas pareadas, determinando así la diferencia en los rendimientos de cada parcela que pudiera tener significancia para el productor.

Las boletas se realizaron con el formato del ICTA donde se harán preguntas a los agricultores locales sobre cómo califica el cultivar Tyrál F1 en comparación con el cultivar de uso convencional, ventajas y desventajas, así como observaciones conociendo el nivel de adopción por parte del productor.

## **6.9 Manejo agronómico de las parcelas de validación**

El manejo de las parcelas fue de acuerdo al trabajo que realizó el agricultor en su plantación, siendo principalmente las siguientes: preparación de suelo, trasplante de plántulas, tutorado, poda, control de malezas, riego y control de plagas y enfermedades.

La única variación que se realizó será en el tratamiento 1 (T1) Tyrál F1 donde se establecerá en 300 metros cuadrados en la parcela comparativa con el cultivar de tomate del agricultor posteriormente se realizaron cortes periódicamente en cada una de las localidades, esto se debe a que el fruto no madura uniformemente y al momento de la cosecha se cortaran únicamente los frutos de color rojo brillante.

## **6.10 Fase dos. Evaluación de la pre-aceptabilidad**

Para conocer la opinión de los agricultores sobre la tecnología que se investigó se realizarán dos actividades, siendo las siguientes:

### **6.10.1 Encuesta a agricultores participantes directamente**

Para conocer la opinión de los agricultores que estuvieron participando directamente en la investigación se realizó una encuesta, en la cual se les estableció pasando una boleta con diversas preguntas referentes a la percepción por parte de ellos sobre el cultivar de tomate Tyrál F1, así como también su tolerancia a begomovirus.

## 7. Resultados y discusión

### 7.1 Parcelas de prueba establecidas y rendimientos en Kg/Ha

En total se establecieron 10 parcelas de prueba en el departamento de Chiquimula en los municipios de Camotán, Esquipulas e Ipala de los cuales se obtuvieron datos válidos para el estudio. Para las localidades de Camotán y Esquipulas se obtuvieron bajos rendimientos por diversos factores que afectaron la producción de los cultivos; en la localidad de Lela Chanco del municipio de Camotán hubo pérdidas en la población de las plantas de tomate por problemas fungosos en el suelo. Los cultivos de tomate fueron sembrados en la fecha de 04 de diciembre del año 2020 posteriormente de las tormentas Eta y Iota las cuales provocaron inundaciones en esta localidad arrastrando sedimentos, bacterias y nematodos ocasionando problemas severos de fusarium en el suelo provocando la pérdida del 40% del cultivar Tyrall F1 y un 55% del cultivar P-52 de la población de las plantas. Para el caso de las localidades de Esquipulas la siembra de los cultivos fueron en las fechas del 3 y 10 de diciembre del 2020 para estas localidades hubo pérdidas del casi del 90% para ambos cultivos provocados por las intensas lluvias y bajas temperaturas de las localidades presentando problemas de tizón tardío (hielo) en el cultivo de tomate. En el cuadro 3 se presenta la información generada sobre los datos de rendimiento en Kg/Ha en las cinco localidades del departamento de Chiquimula.

**Cuadro 3.** Rendimiento obtenido de Tyrál F1 en comparación con el cultivar convencional en cada localidad del departamento de Chiquimula.

LOCALIDAD	VARIEDAD	RENDIMIENTO (kg/ha)
San Isidro, IPALA	TYRAL	43,071.91
San Isidro, IPALA	P52	37,267.83
El Amatillo, IPALA	TYRAL	137,391.51
El Amatillo, IPALA	Guerrero	116,107.23
Lela Chanco, CAMOTÁN	TYRAL	10,217.27
Lela Chanco, CAMOTÁN	P52	4,604.01
San Antonio, ESQUIPULAS	TYRAL	3,061.78
San Antonio, ESQUIPULAS	P52	2,449.42
San Miguel, ESQUIPULAS	TYRAL	2,418.81
San Miguel, ESQUIPULAS	P52	1,935.04

## 7.2 Análisis estadístico de rendimiento en Kg/Ha

Los resultados obtenidos de rendimiento Kg/Ha se analizaron con la prueba de T-Student donde se determinó una comparación del cultivar Tyrál F1 con el cultivar local del agricultor.

**Cuadro 4.** Prueba T-Student para la variable rendimiento expresado en kg/ha, del cultivar Tyrál en comparación con el cultivar local en parcelas de 300 metros cuadrados.

Obs (1)	Obs (2)	N	Media (dif)	Media (1)	Media (2)	DE (dif)	T	Bilateral
Validación	Productor	5	6759.55	39232.26	32472.72	8520.09	1.77	0.1507

Según los resultados de la validación de usos de cultivares tolerantes a Begomovirus al comparar las parcelas completas de 300 metros cuadrados sin dividir (datos agrupados de dos parcelas de 150 metros por variedad), no se observan diferencias significativas entre Tyrál F1 (validación) y la variedad utilizada por el productor, en cuanto a rendimientos para las cinco localidades diferentes.

**Cuadro 5.** Prueba T-Student para la variable rendimiento expresado en kg/ha, del cultivar Tyrál en comparación con el cultivar local en parcelas de 150 metros cuadrados.

Obs (1)	Obs (2)	N	Media (dif)	Media (1)	Media (2)	DE (dif)	T	Bilateral
Validación	Productor	10	3379.78	19616.13	16236.35	4048.81	2.64	0.0269

Al realizar la prueba T-Student con los datos de las parcelas de 150 metros, si se observan diferencias estadísticamente significativas entre la validación y la variedad del productor, obteniéndose un p-valor de 0.0269. Obteniéndose diferencias estadísticamente significativas entre ambos tratamientos, siendo estadísticamente superior la media de rendimiento de Tyrál, con 19,616.13 kg/ha para las cinco localidades, en comparación con la variedad del productor de con 16,236.35 kg/ha.

### 7.3 Análisis de pre-aceptabilidad

El análisis de pre-aceptabilidad se realizó a través de la boleta de evaluación de aceptación validación ICTA (ver anexo), que se utilizó al finalizar el ciclo del cultivo de tomate en cada una de las localidades con apoyo de los agricultores del área y productores, con el propósito de conocer la aceptación de parte del agricultor la tecnología evaluada además conocer las expectativas y recomendaciones sobre el uso de cultivares de tomate tolerantes a virosis.

La información se generó por 25 agricultores de la región que observaron las parcelas de prueba en cada localidad en los tres municipios del departamento de Chiquimula.

**Cuadro 5.** Resumen de las respuestas obtenidas de los agricultores colaboradores a través de la boleta de pre-aceptabilidad de la tecnología validada.

Pregunta	Niveles de respuesta
1	¿Cómo califica la tecnología de un cultivar de tomate tolerante a begomovirus propuesta por el CRIA?
	Excelente: 80%; buena: 20%; regular: 0% Observaciones: Buen tamaño
2	¿Qué problemas o desventajas presentó para usted el cultivar Tyrál F1 probada en su sistema de cultivo?
	- Inconvenientes por el exceso de lluvias, exceso de humedad y bajas temperaturas.
3	¿Qué ventajas observa en el cultivar Tyrál F1 probada por CRIA?
	- Rendimientos muy buenos - Alta resistencia a hongos - Buena adaptación - Buena calidad del fruto
4	¿Cumple el Tyrál F1 sus expectativas en rendimiento del cultivo?
	- El 85% de los agricultores si cumplió con sus expectativas en el rendimiento del cultivo. - Rendimientos muy buenos - Aguanta y tiene buenos frutos - Variedad rendidora y resistente
5	¿Observo diferencias en el comportamiento entre el cultivar de tomate convencional con el Tyrál F1 probado por CRIA?
	- Tiempo de carga del Tyrál es más prolongado - El otro cultivar se murió más - El P-52 bajo su producción por las lluvias - Tuvo más producción el Tyrál
6	¿Le recomendaría el cultivar Tyrál F1 utilizado a otro productor?
	Si, - Por su buen aprovechamiento - Por su rendimiento - El 100% de los agricultores si recomienda el uso de Tyrál F1 a otro productor.

7	¿Utilizará el cultivar Tyrall F1 propuesto por CRIA para su próximo ciclo de cultivo?	Probablemente SI. El 80% de los agricultores utilizará el cultivar Tyrall F1 para su próximo ciclo del cultivo.
8	Observaciones no consideradas en los incisos del 1 al 7 sobre un cultivar tolerante a Begomovirus probado por CRIA.	

#### 7.4 Análisis financiero

Para el análisis financiero se tomó en cuenta la media de rendimientos de la parcela de validación y la del productor considerando ingresos por ventas y egresos. Como puede observarse en el cuadro 6 los cultivos presentaron buenas características que demanda el mercado, pero un factor limitante fue el precio de venta del fruto, obligando al agricultor a vender tomate en El Salvador en el mejor de los casos y otros perder el fruto por el bajo precio.

**Cuadro 6.** Análisis de costos de la validación en comparación con la del agricultor.

<b>Ingresos/Ha</b>	<b>Validación</b>	<b>Agricultor</b>
Rendimiento kg/ha	39232.3	32472.7
Rendimiento ajustado (10%)	35665.7	29520.6
Precio Promedio Q/kg	Q4.00	Q4.00
Ingreso total/Ha	Q142,662.78	Q118,082.58
<b>Costos/Ha</b>	<b>Validación</b>	<b>Agricultor</b>
Pilón	Q7,000.00	Q7,000.00
Cosecha (mano de obra)	Q2,620.00	Q1,980.00
Clasificación frutos (mano de obra)	Q720.00	Q2,340.00
Total, de costos variables	Q10,340.00	Q11,320.00
Costos fijos	Q82,273.09	Q73,468.09
Total	Q92,613.09	Q84,788.09
Imprevistos (5%)	Q4,630.65	Q4,239.40
Intereses (1.5%)	Q1,389.20	Q1,271.82
Costo Total/Ha	Q98,632.94	Q90,299.32
<b>Análisis Financiero</b>	<b>Validación</b>	<b>Agricultor</b>
Ingresos	Q142,662.78	Q118,082.58
Utilidad Bruta	Q132,322.78	Q106,762.58
Utilidad Neta	Q44,029.84	Q27,783.27
<b>Relación Beneficio/costo</b>	<b>Q1.45</b>	<b>1.31</b>

## 8. CONCLUSIONES

- En el caso del análisis de comparación de parcelas de 300 metros cuadrados no se presentaron diferencias significativas entre el cultivar Tyrál y el cultivar utilizado por los agricultores en las cinco localidades. Esto debido a la variación de los datos para el número de parcelas evaluadas, la variación con un número bajo de muestras evitó la observación de diferencias entre Tyrál y las variedades cultivadas con rendimientos de 39232.3 kg/ha y 32472.7 kg/ha respectivamente, a pesar de que se pudo observar diferencias en campo.
- Al realizar el análisis estadístico con parcelas subdivididas, se presentaron diferencias significativas al realizar una partición de las parcelas de 300 metros cuadrados a parcelas de 150 metros cuadrados, al realizar la prueba t de Student, se observan diferencias significativas entre el cultivar Tyrál F1 y el cultivar utilizado por los agricultores en las cinco localidades con una media superior del cultivar Tyrál F1. Bajo este análisis, incrementando el número de unidades experimentales, la prueba T-Student, permite observar diferencias significativas entre ambos cultivares. El cultivar Tyrál F1, mostró en general rendimientos superiores en campo con una media de 19616.13 kg/ha y para el cultivar local con una media de 16236.35 kg/ha.
- Según el análisis de la boleta de pre-aceptabilidad de los productores de tomate del departamento de Chiquimula se observó que un 80% calificó como excelente y un 20% como buena el uso de la tecnología evaluada y que el 20% probablemente si utilizara el cultivar Tyrál en el próximo ciclo y un 80% si utilizara el cultivar Tyrál en el próximo ciclo de cultivo, calificando como un tomate de buen rendimiento, precoz, de buena resistencia, de buena calidad del fruto, etc.

- En el análisis económico si existe un beneficio económico con el cultivar Tyrall F1 con un beneficio costo de 1.45 y un 1.31 para el cultivar convencional en cada localidad del departamento de Chiquimula.

## 9. RECOMENDACIONES

Realizar un análisis de suelo para conocer sus limitantes en cuanto a fertilización y problemas de hongos, bacterias y nematodos, esto debido para evitar problemas en el suelo y poder aprovechar al máximo los cultivares de tomate con tolerancia genética a diversos patógenos.

Para las localidades de Esquipulas es recomendable la producción bajo condiciones controladas en épocas lluviosas, ya que por la alta precipitación y bajas de temperatura los cultivos hortícolas como el cultivo de tomate presentan daños y pérdidas para los agricultores de la región.

Para las localidades de Ipala es recomendable el uso de cultivares tolerantes a virosis transmitido por mosca blanca (Tyrál F1) y cubrir la planta de tomate en los primero 30 días del ciclo del cultivo para aprovechar el máximo las características de tolerancia y rendimiento que este cultivar posee.

Para la localidad de Camotán se recomienda el uso de cultivares de tomate con tolerancia a diversos patógenos y hongos como el Tyrál F1, ya que por los sedimentos que arrastra el río Jupilingo el aumento de problemas fungosos y de nematodos aumenta cada día más dejando el suelo poco cultivable lo cual repercute en la economía del agricultor local.

Se recomienda el uso de Tyrál F1 en las cinco localidades ya que fue observado, evaluado y calificado por los agricultores de cada región por medio de las boletas de pre-aceptabilidad ya que el cultivar posee buenas características de tolerancia y rápida adaptación además de poseer un buen rendimiento y buena calidad de fruto mejorando sus ingresos y calidad de vida.

## 10. BIBLIOGRAFIA

- Allende C. M. 2017. Importancia y consideraciones del cultivo de tomate (en línea). Manual de cultivo del tomate al aire libre. Torres P, A (ed.). Santiago, Chile, INIA. p.11-18. Consultado 20 oct. 2018. Disponible en <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/11%20Manual%20Tomate%20Aire%20Libre.pdf>
- Casados Mérida, JC. 2005. Evaluación de cuatro periodos de cobertura, con una cubierta de polipropileno, para prevenir la virosis transmitida por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*. G.) en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller) (en línea). Tesis Lic. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 79 p. Consultado 15 nov. 2018. Disponible en [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2172.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2172.pdf)
- Chavarría Sanchez, MR. 2004. Evaluación de cinco variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en relación al complejo mosca blanca-geminivirus bajo infecciones naturales en la zona del pacífico de Nicaragua (en línea). Tesis Lic. Managua, Nicaragua, UNA. p. 3-4. Consultado 17 nov. 2018. Disponible en <http://repositorio.una.edu.ni/1879/1/tnh20ch512.pdf>
- East-West Seed. 2018 c. Tyral F1 (en línea, sitio web). Guatemala. Consultado 11 nov. 2018. Disponible en <https://lat.eastwestseed.com/crops/tomates/tyral-f1>
- García Peralta, CP. 2013. Siembra de tomate (en línea). Guatemala, USAC. 5 p. Consultado 14 sep. 2016. Disponible en [https://issuu.com/carmengarciaperalta/docs/proceso\\_de\\_siembra\\_de\\_un\\_tomate.doc](https://issuu.com/carmengarciaperalta/docs/proceso_de_siembra_de_un_tomate.doc)
- Jimenez-Martínez, E; González, JD; Blandón, HO. 2008. Evaluación de alternativas de protección física y química de semilleros de chiltoma (*Capsicum annum*, L.) contra el ataque del complejo mosca blanca (*Bemisia tabaci*, Gennadius)–Geminivirus (en línea). La Calera UNA 8 (11): 29-38. Consultado 18 nov. 2018. Disponible en <http://repositorio.una.edu.ni/2336/1/pph10j61e.pdf>

- Morales, M; Salguero, LM; Ponciano Samayoa, KM; Ruano Solís, HH; Dardón Ávila, DE; Marquez, LA. 2013. Evaluación y selección de cultivares de tomate con cualidades de resistencia a Begomovirus transmitidos por Bemisia tabaci en la zona oriental de Guatemala (en línea). Guatemala, ICTA-PRIICA. 21 p. Consultado 18 nov. 2018. Disponible en <https://docplayer.es/25025947-Evaluacion-y-seleccion-de-cultivares-de-tomate-con-cualidades-de-resistencia-a-begomovirus-transmitidos-por-bemisia-tabaci.html>
- Pinto Vargas, ADJ. 2018. Evaluación de seis cultivares de tomate tolerantes a begomovirus, en tres localidades del departamento de Chiquimula, Guatemala, 2018. Tesis Lic. Chiquimula, Guatemala, USAC-CUNORI.
- Radulovich, R; Karremans, J. 1993. Validación de tecnologías en sistemas agrícolas (en línea). Turrialba, Costa Rica, CATIE. 103 p. (Serie técnica. Informe técnico/ CATIE no. 212). Consultado 16 dic. 2018. Disponible en [https://www.researchgate.net/profile/Ricardo\\_Radulovich/publication/44503825\\_Validacion\\_de\\_tecnologias\\_en\\_sistemas\\_agricolas\\_Ricardo\\_Radulovich\\_Jan\\_A\\_J\\_Karremans/links/55b28f8608aed621ddfe10cc/Validacion-de-tecnologias-en-sistemas-agricolas-Ricardo-Radulovich-Jan-A-J-Karremans.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ricardo_Radulovich/publication/44503825_Validacion_de_tecnologias_en_sistemas_agricolas_Ricardo_Radulovich_Jan_A_J_Karremans/links/55b28f8608aed621ddfe10cc/Validacion-de-tecnologias-en-sistemas-agricolas-Ricardo-Radulovich-Jan-A-J-Karremans.pdf)
- Rojas, A; Kvarnheden, A; Valkonen, JPT. 2000. Geminiviruses infecting tomato crops in Nicaragua (en línea). Plant Disease. 84(8): 843-846. Consultado 18 nov. 2018. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30832136>
- Romero Aviles, VA. 2008. Evaluación agronómica de cuatro materiales de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) resistentes a virosis a campo abierto en una localidad del municipio de Copan Ruinas, Honduras (en línea). Tesis Lic. Chiquimula, Guatemala, USAC-CUNORI. 42 p. Consultado 18 nov. 2018. Disponible en [http://cunori.edu.gt/descargas/EVALUACION\\_AGRONOMICA\\_DE\\_CUATRO\\_MATERIALES\\_DE\\_TOMATE\\_RESISTENTES\\_A\\_VIROSIS\\_](http://cunori.edu.gt/descargas/EVALUACION_AGRONOMICA_DE_CUATRO_MATERIALES_DE_TOMATE_RESISTENTES_A_VIROSIS_)

A\_CAMPO\_ABIERTO\_EN\_UNA\_LOCALIDAD\_DEL\_MUNICIPIO\_DE\_COPAN\_RUINAS\_HONDURAS.pdf

Teni Cacao, RE. 2004. Experiencias en la producción de híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) tolerantes a virosis transmitida por mosca blanca (en línea). Tesis Lic. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. Consultado 15 may. 2019. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2068.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2068.pdf)

Van der Plank, JE. 1963. Plants diseases: epidemics and control. emia press (en línea). New York, Academic Press. 69 p. Consultado 11 nov. 2018. Disponible en [https://trove.nla.gov.au/work/199419799?q&sort=holdings+desc&\\_=1558718832661&versionId=218534207](https://trove.nla.gov.au/work/199419799?q&sort=holdings+desc&_=1558718832661&versionId=218534207)

VISAR (Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones). Dirección de Sanidad Vegetal. 2015. Manual de plan de manejo integrado de enfermedades del tomate en Guatemala (*Solanum lycopersicum* L.). (en línea). Guatemala, MAGA. p. 10-17. Consultado 15 nov. 2018. Disponible en: <http://www.labmedios.com/wp-content/uploads/2017/05/Manual-de-Tomate.pdf>

## 11. ANEXOS

**Anexo 1.** Rendimientos finales de las parcelas de validación y las del agricultor.

LOCALIDAD	VARIEDAD	RENDIMIENTO (kg/ha)
S. IPALA	TYRAL	43071.91
S. IPALA	P52	37267.83
A. IPALA	TYRAL	137391.51
A. IPALA	Guerrero	116107.23
CAMOTÁN	TYRAL	10217.27
CAMOTÁN	P52	4604.01
S.A. ESQUIPULAS	TYRAL	3061.78
S.A. ESQUIPULAS	P52	2449.42
S.M. ESQUIPULAS	TYRAL	2418.81
S.M. ESQUIPULAS	P52	1935.04

## Anexo 2. Costo de producción de la parcela de validación de tomate.

EGRESOS - VALIDACION	Unidad de medida	Costo unitario	Localidad 1		Localidad 2		Localidad 3		Localidad 4		Localidad 5		Promedio
			Cantidad	Sub Total	Cantidad	Sub Total	Cantidad	Sub Total	Cantidad	Sub Total	Cantidad	Sub Total	
<b>1. RENTA (valor de la tierra)</b>													
Arendamiento	Ha	Q2,000.00	1	Q2,000.00	1	Q2,000.00	1	Q2,000.00	1	Q2,000.00	1	Q2,000.00	Q2,000.00
Cobertura cultivo		Q0.00	0	Q0.00	0	Q0.00	0	Q0.00	0	Q0.00	0	Q0.00	
<b>2. MECANIZACION</b>													
Preparacion del terreno		Q4,000.00		Q4,000.00		Q4,000.00		Q4,000.00		Q4,000.00		Q4,000.00	Q4,000.00
Trazado y ahoyado	jornales	Q15,200.00	22	Q2,200.00	24	Q2,400.00	14	Q9,200.00	12	Q7,400.00	12	Q7,600.00	Q11,260.00
Transplante	jornales	Q100.00	20	Q2,000.00	24	Q2,400.00	14	Q1,400.00	12	Q1,200.00	12	Q1,200.00	
Control de plagas y enfermedades	jornales	Q100.00	30	Q3,000.00	32	Q3,200.00	16	Q1,600.00	14	Q1,400.00	14	Q1,400.00	
Tutorado con pita	jornales	Q100.00	22	Q2,200.00	24	Q2,400.00	12	Q1,200.00	12	Q1,200.00	12	Q1,200.00	
Control de malezas	jornales	Q100.00	8	Q800.00	10	Q1,000.00	8	Q800.00	8	Q800.00	8	Q800.00	
Cosecha	jornales	Q100.00	40	Q4,000.00	45	Q4,500.00	20	Q2,000.00	12	Q1,200.00	14	Q1,400.00	
Clasificacion de frutos	jornales	Q100.00	10	Q1,000.00	10	Q1,000.00	8	Q800.00	4	Q400.00	4	Q400.00	
<b>4. INSUMOS</b>													
Mulch (acolchado)	rollos	Q420.00	8	Q3,360.00	8	Q3,360.00	8	Q3,360.00	8	Q3,360.00	8	Q3,360.00	Q68,613.55
Manguera riego 12 mm	rollos	Q1,375.00	5	Q6,875.00	5	Q6,875.00	5	Q6,875.00	5	Q6,875.00	5	Q6,875.00	
Pilon	pilon	Q0.70	10000	Q7,000.00	10000	Q7,000.00	10000	Q7,000.00	10000	Q7,000.00	10000	Q7,000.00	
Pita	rollos	Q72.00	90	Q6,480.00	90	Q6,480.00	90	Q6,480.00	90	Q6,480.00	90	Q6,480.00	
Estacas	estacas	Q1.25	5259	Q6,573.75	5259	Q6,573.75	5259	Q6,573.75	5259	Q6,573.75	5259	Q6,573.75	
Fertilizantes hidrosolubles	kilos	Q4,496.40	4	Q17,985.60	4	Q17,985.60	4	Q17,985.60	4	Q17,985.60	4	Q17,985.60	
Regulador pH	litros	Q1,640.00	4	Q4,640.00	4	Q4,640.00	4	Q4,640.00	4	Q4,640.00	4	Q4,640.00	
Insecticidas	litro/kilo	Q 1,973.60	4	Q7,894.40	4	Q7,894.40	4	Q7,894.40	4	Q7,894.40	4	Q7,894.40	
Fungicidas	litro/kilo	Q 1,951.20	4	Q7,804.80	4	Q7,804.80	4	Q7,804.80	4	Q7,804.80	4	Q7,804.80	
<b>5. SERVICIOS</b>													
Mantenimiento sistema de riego				Q9,421.10		Q10,471.90		Q5,838.60		Q4,188.40		Q3,777.70	Q6,739.54
Transporte de producto	cajas	Q3.70	1803	Q6,671.10	2087	Q7,721.90	1578	Q5,838.60	1132	Q4,188.40	1021	Q3,777.70	
<b>TOTAL</b>				Q9,234.65		Q101,985.45		Q89,652.15		Q86,201.95		Q85,991.25	Q92,613.09
Imprevistos (5%)				Q4,561.73		Q5,099.27		Q4,482.61		Q4,310.10		Q4,299.56	Q4,630.65
Intereses (1.5%)				Q1,488.52		Q1,529.78		Q1,344.78		Q1,293.03		Q1,289.87	Q1,389.20
<b>TOTAL EGRESOS</b>				Q105,684.90		Q108,614.50		Q95,479.54		Q91,805.08		Q91,580.68	Q98,632.94

## Anexo 3. Costo de producción de la parcela del agricultor de tomate.

EGRESOS - PRODUCTOR	Unidad de medida	Costo unitario	Localidad 1		Localidad 2		Localidad 3		Localidad 4		Localidad 5		Promedio
			Cantidad	Sub Total	Cantidad	Sub Total	Cantidad	Sub Total	Cantidad	Sub Total	Cantidad	Sub Total	
<b>1. RENTA (valor de la tierra)</b>													
Arrendamiento	Ha	Q2,000.00	1	Q2,000.00	1	Q2,000.00	1	Q2,000.00	1	Q2,000.00	1	Q2,000.00	Q2,000.00
Cobertura cultivo		Q0.00	0	Q0.00	0	Q0.00	0	Q0.00	0	Q0.00	0	Q0.00	
<b>2. MECANIZACIÓN</b>													
Preparación del terreno		Q4,000.00		Q4,000.00		Q4,000.00		Q4,000.00		Q4,000.00		Q4,000.00	Q4,000.00
<b>3. MANO DE OBRA</b>													
Trazada y ahoyado	Jornales	Q90.00	22	Q2,160.00	24	Q2,160.00	14	Q1,260.00	12	Q1,080.00	12	Q1,080.00	Q1,080.00
Transplante	Jornales	Q90.00	20	Q1,800.00	24	Q2,160.00	14	Q1,260.00	12	Q1,080.00	12	Q1,080.00	Q1,080.00
Control de plagas y enfermedades	Jornales	Q90.00	30	Q2,700.00	32	Q2,880.00	16	Q1,440.00	14	Q1,260.00	14	Q1,260.00	
Tutorado con pita	Jornales	Q90.00	22	Q1,980.00	24	Q2,160.00	12	Q1,080.00	12	Q1,080.00	12	Q1,080.00	Q1,080.00
Control de malezas	Jornales	Q90.00	8	Q720.00	10	Q900.00	8	Q720.00	8	Q720.00	8	Q720.00	Q720.00
Cosecha	Jornales	Q90.00	35	Q3,150.00	40	Q3,600.00	15	Q1,350.00	10	Q900.00	10	Q900.00	Q900.00
Clasificación de frutos	Jornales	Q90.00	6	Q540.00	8	Q720.00	6	Q540.00	3	Q270.00	3	Q270.00	Q270.00
<b>4. INSUMOS</b>													
Mulch (acolchado)	rollos	Q420.00	8	Q3,360.00	8	Q3,360.00	0	Q0.00	0	Q0.00	0	Q0.00	Q0.00
Manguera riego 12 mm	rollos	Q1,375.00	5	Q6,875.00	5	Q6,875.00	0	Q0.00	0	Q0.00	0	Q0.00	Q0.00
Pilón	pilón	Q0.70	10000	Q7,000.00	10000	Q7,000.00	10000	Q7,000.00	10000	Q7,000.00	10000	Q7,000.00	Q7,000.00
Pita	rollos	Q72.00	90	Q6,480.00	90	Q6,480.00	90	Q6,480.00	90	Q6,480.00	90	Q6,480.00	Q6,480.00
Estacas	estacas	Q1.25	5259	Q6,573.75	5259	Q6,573.75	5259	Q6,573.75	5259	Q6,573.75	5259	Q6,573.75	Q6,573.75
Fertilizantes hidrosolubles	kilos	Q4,496.40	4	Q17,985.60	4	Q17,985.60	4	Q17,985.60	4	Q17,985.60	4	Q17,985.60	Q17,985.60
Regulador pH	litros	Q1,160.00	4	Q4,640.00	4	Q4,640.00	4	Q4,640.00	4	Q4,640.00	4	Q4,640.00	Q4,640.00
Insecticidas	litro/kilo	Q1,973.60	4	Q7,894.40	4	Q7,894.40	4	Q7,894.40	4	Q7,894.40	4	Q7,894.40	Q7,894.40
Fungicidas	litro/kilo	Q1,951.20	4	Q7,804.80	4	Q7,804.80	4	Q7,804.80	4	Q7,804.80	4	Q7,804.80	Q7,804.80
<b>5. SERVICIOS</b>													
Mantenimiento sistema de riego				Q2,750.00		Q2,750.00		Q0.00		Q0.00		Q0.00	Q0.00
Transporte de producto	cajas	Q3.70	1803	Q6,671.10	2087	Q7,721.90	1578	Q5,838.60	1132	Q4,188.40	1021	Q3,777.70	Q3,777.70
<b>TOTAL</b>				Q96,904.65		Q99,665.45		Q77,867.15		Q74,956.95		Q74,546.25	Q84,788.09
Imprevistos (5%)				Q4,845.23		Q4,983.27		Q3,893.36		Q3,747.85		Q3,727.31	Q4,239.40
Intereses (1.5%)				Q1,453.57		Q2,494.98		Q1,168.01		Q1,124.35		Q1,118.19	Q1,271.82
<b>TOTAL EGRESOS</b>				Q103,203.45		Q106,143.70		Q82,928.51		Q79,829.15		Q79,391.76	Q90,299.32

**Anexo 4.** Trasplante en la localidad La Tuna, El Amatillo del municipio de Ipala.



**Anexo 5.** Trasplante en la localidad San Isidro del municipio de Ipala.



**Anexo 6.** Trasplante en la localidad de Ushurja Lela Chanco, del municipio de Camotán.



**Anexo 7. Trasplante en la Localidad de San Antonio, Timoshan, del municipio de Esquipulas.**



**Anexo 8.** Visitas a las cinco localidades para darle seguimiento al proyecto y monitorear el cultivo de tomate.





**Anexo 9.** Aplicaciones de Cal agronómica para el control de hongos en el suelo en la localidad de San Antonio Timushan, Esquipulas.



**Anexo 10.** Tyrat F1 en la localidad de Ushurja Lela Chanco, Camotán.



**Anexo 11.** Primeros frutos en la localidad de San Isidro, Ipala.



**Anexo 12.** Visita en las localidades de Ipala, Chiquimula.



**Anexo 13.** Visitas en las localidades de Esquipulas, Chiquimula.



**Anexo 14.** Corte y clasificación del fruto de tomate en localidad de San Isidro, Ipala.



**Anexo 15.** Monitoreo en el control fitosanitario, observación de tizón temprano en tomate, en localidad El Amatillo, Ipala.



**Anexo 16.** Corte de tomate y toma de datos en la localidad de San Isidro, Ipala, Chiquimula.



**Anexo 17.** Corte de tomate y toma de datos en la localidad de El Amatillo, Ipala, Chiquimula.



**Anexo 18.** Corte de tomate y toma de datos en la localidad de Lelá Chancó, Camotán.

