

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL  
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA  
ESCUELA DE POSGRADO**

**Evaluación del germoplasma mejorado de hortalizas del banco de  
germoplasma del Centro de Vegetales del Mundo (AVRDC) y CATIE  
en la Región de Trifinio**

**Por**

**Indira Sibelle Ortiz Alcántara**

**Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado  
como requisito para optar por el grado de**

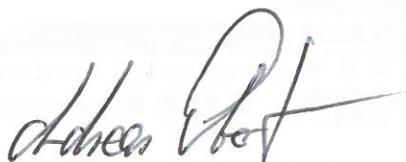
***Magister Scientiae* en Agroforestería y Agricultura Sostenible**

**Turrialba, Costa Rica, 2016**

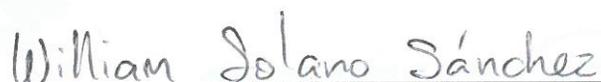
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por la División de Educación y el Programa de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del estudiante, como requisito parcial para optar por el grado de

**MAGISTER SCIENTIAE EN AGROFORESTERÍA Y AGRICULTURA SOSTENIBLE**

**FIRMANTES:**



\_\_\_\_\_  
Andreas Ebert, Ph.D.  
**Codirector de tesis**



\_\_\_\_\_  
William Solano, M.Sc.  
**Codirector de tesis**



\_\_\_\_\_  
Maarten van Zonneveld, Ph.D.  
**Miembro Comité Consejero**

\_\_\_\_\_  
José Gabriel Suchini, M.Sc.  
**Miembro Comité Consejero**



\_\_\_\_\_  
Francisco Jiménez, Dr. Sc.  
**Decano Programa de Posgrado**



\_\_\_\_\_  
Indira Sibelle Ortiz Alcántara  
**Candidata**

## **DEDICATORIA**

A **Dios** que siempre me brinda fuerzas y sabiduría para cumplir cada una de mis metas.

A **mis padres Rosario y Roberto**, por ser mi mayor inspiración y el motor de todos mis logros.

A **mi hermano Roberto Enrique**, por su apoyo y amor incondicional; eres el mejor.

A **los productores** por alimentar con su arduo trabajo al mundo.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por haberme dado la oportunidad de cumplir con esta meta tan anhelada, por darme la fortaleza para seguir adelante en cada momento de mi vida.

A mi familia por brindarme todo el amor y apoyo en los momentos en que los he necesitado.

A mis amigos los cuales han compartido conmigo sus conocimientos de vida.

Al proyecto MAP por haberme brindado la oportunidad de realizar un sueño: estudiar una maestría.

Al AVRDC – The World Vegetable Center - por haber financiado este trabajo de investigación.

A las familias Hernández Cabrera, Castellón Arita y Peña Castellón por su dedicación y apoyo durante la fase de campo por abrirme las puertas de su casa y sus corazones. Infinitas gracias.

A mi comité asesor: William Solano, Andreas Ebert, Gabriel Suchini y Maarten van Zonneveld por los consejos y las consideraciones en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

A la profesora Nelly Vásquez por todo el apoyo recibido durante la maestría, por sus sabios consejos y por su linda amistad.

A Sergio Vílchez y Alejandra Ospina, por ayudarme en el análisis estadístico.

## **BIOGRAFÍA**

La autora nació en la ciudad de San Pedro Sula, Honduras. En el 2006, recibió su título como ingeniera en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente en la Universidad de Zamorano.

Su pasión por la protección de los recursos naturales y por el desarrollo comunitario la ha motivado a trabajar en proyectos de restauración y conversación de áreas protegidas; y seguridad alimentaria.

En el 2014, inició el programa de maestría en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Turrialba, Costa Rica para obtener su especialización en Agroforestería y Agricultura Sostenible.

## CONTENIDO

DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
BIOGRAFÍA .....	V
CONTENIDO.....	VI
RESUMEN .....	IX
ABSTRACT.....	X
ÍNDICE DE CUADROS.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XII
LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS.....	XIII
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. OBJETIVOS .....	3
2.1 Objetivo general.....	3
2.2 Objetivos específicos.....	3
2.3 Preguntas de investigación e hipótesis .....	4
3. REVISIÓN DE LITERATURA .....	5
3.1 Origen, importancia nutricional y económica.....	5
3.2 Diversidad genética.....	6
3.3 Taxonomía y morfología .....	7
3.4 Condiciones agroecológicas.....	8
3.5 Evaluaciones sensoriales.....	8
4 PRINCIPALES RESULTADOS .....	8
5. PRINCIPALES CONCLUSIONES .....	10
Tomate .....	10
6. BIBLIOGRAFÍA .....	12
7. CAPÍTULO I.....	15

<b>ARTÍCULO 1.....</b>	<b>15</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>16</b>
<b>8. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>17</b>
<b>9. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>19</b>
<b>9.1 Descripción del área de estudio .....</b>	<b>19</b>
<b>9.2. Caracterización de los sitios de evaluación.....</b>	<b>20</b>
<b>9.3 Material genético utilizado.....</b>	<b>20</b>
<b>9.4 Metodología en campo.....</b>	<b>21</b>
<b>9.4.1 Establecimiento de parcelas.....</b>	<b>21</b>
<b>9.4.2 Plántulas: .....</b>	<b>22</b>
<b>9.4.3 Preparación de las parcelas: .....</b>	<b>22</b>
<b>9.4.4 Control de temperatura y humedad relativa: .....</b>	<b>22</b>
<b>9.4.5 Sistema de riego: .....</b>	<b>22</b>
<b>9.4.6 Trasplante: .....</b>	<b>23</b>
<b>9.4.7 Estaquillado:.....</b>	<b>23</b>
<b>9.4.8 Manejo agroquímico de las parcelas .....</b>	<b>23</b>
<b>9.4.9 Control de maleza: .....</b>	<b>24</b>
<b>9.4.10 Incidencia de plagas y enfermedades a cielo abierto y en macro túnel: .....</b>	<b>24</b>
<b>9.4.11 Cosecha: .....</b>	<b>24</b>
<b>Los frutos se cosecharon cuando alcanzaron su madurez fisiológica. ....</b>	<b>24</b>
<b>9.5 Variables del estudio.....</b>	<b>24</b>
<b>9.6 Descriptores.....</b>	<b>25</b>
<b>9.7 Evaluación morfológica participativa .....</b>	<b>26</b>
<b>9.8 Exploración del mercado.....</b>	<b>26</b>
<b>9.9 Análisis estadísticos.....</b>	<b>27</b>
<b>10. RESULTADOS .....</b>	<b>27</b>
<b>10.1 Control de temperatura y humedad relativa: .....</b>	<b>27</b>

10.2.1 Campo abierto.....	28
10.2.2 Ambiente protegido. ....	28
10.3 Rendimientos.....	30
10.4 Descriptores morfológicos en Chile.....	34
10.5 Descriptores de evaluación en chile.....	36
10.6 Descriptores morfológicos en tomates.....	37
10.7 Descriptores de evaluación para tomate.....	39
10.8 Comparación campo abierto versus ambiente protegido.....	40
10.9 Preferencia por productores.....	46
10.10 Exploración o apreciación de mercado.....	51
12. CONCLUSIONES .....	57
13. RECOMENDACIONES .....	59
14. BIBLIOGRAFÍA .....	60

## RESUMEN

Actualmente, el tomate y el chile pimiento ocupan un papel preponderante en la economía agrícola de muchos países y son productos esenciales en la alimentación de varias regiones como fruta fresca, salsa o condimentos. En la presente investigación, se evaluaron 11 variedades de tomate y 9 de chiles pimientos provenientes del AVRDC y CATIE en las regiones de Guatemala en altitud media y Honduras en altitud alta, en dos condiciones de siembra: campo abierto y ambiente protegido.

El objetivo fue identificar materiales potenciales para la producción en la Región Trifinio y su posterior comercialización en mercados nacionales, desarrollando las siguientes etapas: a) La caracterización morfológica y la evaluación agronómica a través de un diseño en bloques aleatorizado con parcelas subdivididas con modelos lineales generales y mixtos que permitieron analizar las interacciones entre las variables: altitud, variedad y descriptores cuantitativos. Los tratamientos en estudio: campo abierto y ambiente protegido con cada una de las variedades de chile y tomate evaluada; b) Un día de campo con los productores para identificar las variedades preferidas para producción y; c) Una exploración de mercado a través de encuestas en los centros de acopio de cada país. Se encontró una interacción entre las características: peso, largo y ancho del fruto, rendimiento de las variedades, altitud y condición de siembra. El ataque de plagas y enfermedades fue mayor en campo abierto. Las variedades provenientes del AVRDC presentaron mejores rendimientos en zonas altas y se encuentran entre las preferidas por los productores.

Palabras claves: caracterización, evaluación chile, tomate, ambiente protegido.

## **ABSTRACT**

Currently tomato and peppers take a leading role in world agricultural economy of many countries and are essential food products in various regions such as fresh fruit, sauce or seasoning. In the present study 11 varieties of tomato and 9 peppers from the AVRDC and CATIE were evaluated in two regions: Guatemala on average altitude and Honduras at high altitude in two planting conditions: the open and protected environment in order to identify materials potential for production in Región Trifinio and trading in domestic markets, following the next stages a) morphological characterization and agronomic evaluation by randomized block design with split plot with general linear mixed models that helped analyze the interactions between variables: altitude, variety and quantitative descriptors. The study treatments: protected and unprotected environment with each of the varieties of pepper and tomato evaluated b) a field day with the producers to identify the preferred and potential varieties for production c) an exploration market through surveys at the big central vegetable markets in each country. An interaction between weight, length and width of the fruit, yield, altitude and the plating condition was found. The pests and diseases attack was higher in the unprotected plots. The AVRDC varieties showed better performance at high altitudes and are among the favorites by the producers.

Keywords: characterization, evaluation, sweet pepper, tomato, protected agriculture.

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características de clima y altitud en las áreas donde se establecieron las parcelas experimentales. ....	20
Cuadro 2. Origen de las nueve variedades de chile ( <i>Capsicum annuum</i> ) y 11 de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) provenientes de banco de germoplasma del AVRDC utilizadas en el ensayo. ....	21
Cuadro 3. Lista de descriptores utilizados para caracterizar las accesiones de <i>Capsicum annuum</i> y <i>Solanum lycopersicum</i> .....	25
Cuadro 4. Temperaturas y humedades relativas promedio registradas en las parcelas a campo abierto y ambiente protegido en ambos países durante los meses de abril a septiembre 2015.....	28
Cuadro 5. Altura de la planta de las 9 variedades de <i>Capsicum annuum</i> en las que se encontraron diferencias significativas en ambiente protegido .....	35
Cuadro 6. Comparación de peso, ancho y longitud de los frutos de las 9 variedades de <i>Capsicum annuum</i> en ambiente protegido en los países de Honduras y Guatemala. ....	35
Cuadro 7. Comparación entre los números de días para alcanzar la madurez de las 9 variedades de <i>Capsicum annuum</i> evaluadas en Honduras y Guatemala .....	36
Cuadro 8. Características morfológicas de interés agronómico en donde hubo diferencias entre las 11 variedades de tomate <i>Solanum lycopersicum</i> en altitudes medias y altas.....	37
Cuadro 9. Comparación de peso, ancho y largo de los frutos de las 11 variedades de <i>Solanum lycopersicum</i> en ambiente protegido en Honduras y Guatemala. ....	38
Cuadro 10. Comparación entre los días a la madurez en 11 variedades de <i>Solanum lycopersicum</i> en Honduras y Guatemala.....	39
Cuadro 11. Descriptores morfológicos de interés agronómico en donde se encontraron diferencias significativas entre las 9 variedades de <i>C. annuum</i> evaluadas a campo abierto y ambiente protegido en Honduras.....	40
Cuadro 12. Comparación de peso ancho y largo de los frutos de las 9 variedades de <i>Capsicum annuum</i> en campo abierto y ambiente protegido en Honduras. ....	41
Cuadro 13. Comparación en el número de días para la madurez de 9 variedades de <i>Capsicum annuum</i> en campo abierto y ambiente protegido en Honduras .....	42
Cuadro 14. Descriptores morfológicos en donde se encontraron diferencias significativas entre las 11 variedades de <i>Solanum lycopersicum</i> entre ambiente protegido y campo abierto en Honduras .....	43
Cuadro 15. Comparación de peso ancho y largo de los frutos de las 11 variedades de <i>Solanum lycopersicum</i> en campo abierto y ambiente protegido en Honduras.....	44
Cuadro 16. Comparación en el número de flores por inflorescencia y número de días a la madurez de las 11 variedades de <i>Solanum lycopersicum</i> en campo abierto y ambiente protegido en Honduras. ....	45
Cuadro 17. Comparación entre aspectos de consumo de <i>Solanum lycopersicum</i> en Honduras y Guatemala. ....	51
Cuadro 18. Comparación entre aspectos de consumo de <i>Capsicum annuum</i> en Honduras y Guatemala .....	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de la zona del Trifinio.....	19
Figura 2. Presencia de plagas y enfermedades en ambiente protegido y campo abierto en el cultivo de <i>Solanum lycopersicum</i> en Guatemala y Honduras.....	29
Figura 3. Nivel de incidencia de las plagas y enfermedades en las parcelas de <i>Capsicum annuum</i> en campo abierto y ambiente protegido en Honduras y Guatemala.....	30
Figura 4. Comparación de los rendimientos entre las 9 variedades de <i>Capsicum annuum</i> bajo agricultura protegida en ambos países.....	31
Figura 5. Rendimiento (kg/planta) de las 11 variedades de tomate <i>Solanum lycopersicum</i> evaluadas en Honduras y Guatemala.....	32
Figura 6. Comparación de los rendimientos de las 9 variedades de <i>Capsicum annuum</i> entre campo abierto y ambiente protegido en Honduras.....	33
Figura 7. Comparación de los rendimientos de las 11 variedades de <i>Solanum lycopersicum</i> entre campo abierto y ambiente protegido en Honduras.....	34
Figura 8. Preferencia de los productores a las variedades de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) en Honduras y Guatemala.....	46
Figura 9. Preferencia de los productores a las variedades de chile ( <i>Capsicum annuum</i> ) en Honduras y Guatemala.....	47
Figura 10. Resultado de la evaluación sensorial de los frutos de <i>Solanum lycopersicum</i> realizada por los productores en Honduras.....	48
Figura 11. Resultado de la evaluación sensorial de los frutos de <i>Solanum lycopersicum</i> realizada por los productores en Guatemala.....	49
Figura 12. Resultados de la evaluación sensorial de los frutos de <i>Capsicum annuum</i> realizada por los productores en Honduras.....	50
Figura 13. Resultados de la evaluación sensorial de los frutos de <i>Capsicum annuum</i> realizada por los productores en Guatemala.....	51

## **LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS**

AVRDC:	The World Vegetable Center
CATIE:	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CMV:	Cucumber Mosaico Virus
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura
FHIA:	Fundación Hondureña de Investigación Agrícola
GRIN:	Germplasm Resources Information Network
INE:	Instituto Nacional de Estadística
IPGRI:	International Plant Genetic Research Institute
MAG:	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MAP:	Programa Agroambiental Mesoamericano
RAPAC:	Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas en América Central
TYLCV:	Tomato Yellow Leaf Curl Virus
UNA:	Universidad Nacional de Costa Rica
USAID:	United States Agency for International Development

## 1. INTRODUCCIÓN

Los alimentos denominados hortalizas o verduras incluyen algunas frutas (por ejemplo, tomates y calabazas), hojas (amaranto y repollo), raíces (zanahorias y nabo) e incluso tallos (apio) y flores (coliflor). Las hortalizas son aquellas verduras y demás plantaciones comestibles que se cultivan generalmente en huertas y que mayormente se consumen como alimentos, ya sea de manera cruda o bien cocinada (FAO 2002).

En los países en desarrollo, casi todos los tipos de hortalizas se consumen poco después de su cosecha; a diferencia de los cereales, los tubérculos, las raíces feculentas, las legumbres, las nueces, ellas rara vez se almacenan por períodos prolongados (con unas pocas excepciones como el zapallo y otras calabazas) (FAO 2002).

Actualmente, el tomate (*Solanum lycopersicum*) ocupa un papel preponderante en la economía agrícola mundial de muchos países, siendo la hortaliza más sembrada del mundo y un producto esencial en la alimentación de varias regiones, cuyo consumo juega un papel importante en la gastronomía (Noreña *et al* 2012).

Autores como Santiago *et al.* (1998) establecen que el tomate es considerado como una de las hortalizas de mayor importancia en muchos países del mundo, por el sinnúmero de subproductos que se obtienen de él y las divisas que aporta. El cultivo de tomate durante todo su ciclo vegetativo es afectado por varios agentes nocivos, entre los que se pueden señalar diferentes especies de nematodos, hongos, bacterias, virus, insectos, ácaros; reduciendo de esta manera la producción del cultivo (Eternal *et al.* 2001).

Por otra parte, el género *Capsicum* es miembro de la familia de las *Solanaceae* que incluye tomate, papas, tabaco y petunia. La especie *Capsicum annuum* es la más importante y difundida, con abundantes trabajos de mejora genética. Las especies del género *Capsicum* son diploides, poseen 12 pares de cromosomas (Milla 1996) y se ubican entre las siete hortalizas más cultivadas en el mundo. En los últimos 20 años (1993 a 2013), la producción total se duplicó de 77.9 a 163.4 millones de toneladas métricas (FAOSTAT 2105).

Es indispensable un conocimiento amplio de la variabilidad genética de *Solanum* y *Capsicum*, tanto de las variedades silvestres como de las que se cultivan de manera tradicional y de las que se generan a partir del mejoramiento genético.

Tradicionalmente, los caracteres morfológicos se han utilizado tanto para describir como para distinguir entre variedades vegetales (Pérez Castañeda *et al.* 2008). El tomate es un cultivo modelo en investigación y en programas de mejoramiento por la enorme cantidad características

como: resistencia a plagas y enfermedades y tolerancia al estrés biótico y abiótico estudiados en las variedades silvestres (Ebert y Schafleitner 2015).

En algunos países de Centroamérica, centros de investigación y educación como la Universidad de San Carlos y la Universidad Rafael Landívar en Guatemala, la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) y la Universidad de Costa Rica, han realizado investigaciones en el mejoramiento de germoplasma de tomate y chile; muy enfocados en mejorar la resistencia genética a los principales patógenos que afectan estos cultivos: marchitez bacteriana *Ralstonia solanacearum*, y *Tomato Yellow Leaf Curl Virus* (TYLCV) llamada también el acolochamiento de la hoja del tomate, con el objetivo de proponer una alternativa que permita reducir la dependencia de la protección química, resultando en cultivos más seguros, más económicos y con un menor impacto ambiental (Teni-Cacao 2004).

Los problemas son mayores para enfermedades donde el control químico no es efectivo y las variedades que se encuentran en el mercado no tiene ningún nivel de resistencia o tolerancia (Lemus-Carrillo 2012). Es por eso que otras investigaciones se han enfocado en evaluar el desempeño de materiales mejorado bajo condiciones de agricultura orgánica (FHIA, 2010). El desafío aún debe complementarse ofreciendo materiales que sean iguales o superiores a los importados en rendimiento y calidad de fruta (Echandi 2012).

La Región del Trifinio comprende aproximadamente a 7,541 km<sup>2</sup>, de los cuales corresponden el 44.7% a Guatemala, el 15.3% a El Salvador y el 40% a Honduras. Se constituye como una unidad ecológica indivisible a través de un tratado suscrito por los gobiernos de Guatemala, El Salvador y Honduras para la ejecución de un Plan de Desarrollo Trinacional Fronterizo denominado “Plan Trifinio” (UNA 2004).

Las principales actividades económicas en la Región del Trifinio son producción agropecuaria, actividades artesanales y turísticas (López *et al.* 2004). En lo que respecta a la producción agrícola, es de pequeña escala; la mayoría de los productores cultivan menos de 5 manzanas (Alvarado 2013). En la producción agrícola, es posible encontrar, además de los cultivos de subsistencia, la producción de hortalizas, frutas y especialmente, el cultivo de café; la comercialización de todos los productos está orientada a satisfacer el consumo local (López *et al.* 2004). Para algunas familias rurales, el cultivo de hortalizas es una opción interesante, porque los precios son altos y existen mercados grandes que pueden representar una salida a la presente situación de pobreza; lamentablemente, la falta de germoplasma mejorado y bien adaptado, así como la falta de asistencia técnica, productiva y financiera en la Región del Trifinio representa uno de los principales obstáculos para una producción rentable y sostenible (Alvarado 2013).

Según un estudio realizado por RAPAC (2003), se puede concluir que las principales hortalizas producidas en la Región del Trifinio son tomate, repollo, zanahoria, papa y brócoli; seguido de cebolla, lechuga, coliflor, remolacha; así como los granos básicos: maíz y frijol en asocio con ayote.

La ausencia de germoplasma mejorado y adaptado, de alta calidad; la poca asistencia técnica; la alta incidencia de plagas y enfermedades tales como gusanos del fruto y del follaje *Heliothis spp.* y *Spodoptera spp.*, minador de la hoja *Liriomyza spp.*, y araña roja *Tetranychus spp.* y principales enfermedades: mal del talluelo *Rhizoctonia spp.*, tizón temprano *Alternaria solani*, tizón tardío *Phytophthora infestans* y virosis o mosaicos en los cultivos de tomate y chile conllevan un alto consumo de productos químicos, contaminación del ambiente y muy poca producción. Por lo tanto, se propone evaluar germoplasma mejorado de tomate *Solanum lycopersicum* y chile *Capsicum annuum*, proveniente The World Vegetable Center (AVRDC), en español El Centro Mundial de Hortalizas, para que los agricultores de Trifinio tengan más herramientas para enfrentar esos problemas.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

- a) Determinar las características morfológicas y agronómicas de 11 accesiones de tomate (*Solanum lycopersicum*) y 9 de chile (*Capsicum annuum*), provenientes del programa de mejoramiento de AVRDC y del banco de germoplasma de CATIE.

### **2.2 Objetivos específicos**

- a) Evaluar el comportamiento de las diferentes accesiones de chile y tomate bajo dos sistemas de cultivo: campo abierto y ambiente protegido en dos altitudes, alta y media.
- b) Evaluar la presencia y ausencia de plagas y enfermedades para las variedades de tomate y chile bajo condiciones de agricultura protegida y en campo abierto en dos alturas: alta y media.
- c) Comparar el rendimiento entre las variedades de tomate y chile utilizadas por los productores en la zona del Trifinio con las variedades del AVRDC en invernadero y campo abierto.
- d) Evaluar la apreciación agronómica y organoléptica de las diferentes accesiones por familias agrícolas en las zonas de evaluación mediante selección participativa en un día de campo y un evento de evaluación sensorial.
- e) Seleccionar las accesiones más promisorias de cada hortaliza para cada sitio de evaluación y sistema de cultivo para la utilización posterior de los agricultores de la región Trifinio.

### 2.3 Preguntas de investigación e hipótesis

1. ¿Existen diferencias morfológicas entre las diferentes accesiones de hortalizas en altitudes media y alta?

Hipótesis: Existen diferencias agromorfológicas entre las 11 accesiones de tomate (*Solanum lycopersicum*) y entre las 9 de chile (*Capsicum annuum*), provenientes del AVRDC y CATIE evaluadas en ambiente protegido y campo abierto en zona alta y zona baja en Trifinio.

2. ¿Existen diferencias entre ambiente protegido y siembra a campo abierto en relación con la presencia de plagas y enfermedades?

Hipótesis: Existen diferencias en la presencia de plagas y enfermedades entre las variedades de cada cultivo evaluado (tomate, chile) en los dos ambientes (campo abierto, macro túnel) y entre diferentes sitios por adaptación local.

3. ¿Existen diferencias en rendimiento entre variedades utilizadas por los productores en la zona y las nuevas variedades?

Hipótesis: Existe un mejor rendimiento entre las variedades de tomate y chile desarrolladas en AVRDC y CATIE en comparación con las variedades que usan los productores en El Trifinio, bajo condiciones de invernadero y campo abierto.

4. ¿Cuáles son las variedades preferidas por los productores según su rendimiento, sabor y tamaño del fruto?

Hipótesis: Familias agrícolas en las zonas de evaluación prefieren producir con las variedades AVRDC en comparación con accesiones de CATIE y las variedades existentes.

5. ¿Cuáles son las mejores variedades, para cada uno de los sitios, según su rendimiento y adaptabilidad?

Hipótesis: Familias agrícolas en las zonas de evaluación prefieren las variedades de AVRDC para su consumo (la producción y comercialización) en comparación con las otras variedades, porque estos nuevos materiales tienen un sabor diferente a las variedades existentes y tienen mejor resistencia a ciertas enfermedades y plagas.

6. ¿Cuáles son las características de los frutos de tomate y chile preferidas por los consumidores?

Hipótesis: Las características de chiles y tomates provenientes del AVRDC están dentro de las preferidas por los consumidores.

### 3. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1 Origen, importancia nutricional y económica

El género *Solanum* de la familia *Solanaceae* se originó en la línea costera del oeste de Suramérica desde el Ecuador hasta cerca de los 30 grados latitud sur (Jones Jr. 2007). La distribución natural de este género se extiende del norte de Chile al sur de Colombia y de la costa del Pacífico a las estibaciones orientales de los Andes (Nuez 2001). En esta área crecen espontáneamente las diversas especies de *S. lycopersicum* y muestra su mayor variación genética; sin embargo, fue en México en donde probablemente fue domesticado y se cultivó por primera vez y fue seleccionado basándose en el tamaño de las frutas (Jones Jr. 2007); su más probable antecesor es el tomate cereza silvestre *Solanum lycopersicum* L. var. *cerasiforme* (Alef.) Fosberg, encontrado primeramente en toda la América tropical y subtropical, y luego en los trópicos de Asia y África.

El tomate es la hortaliza de mayor consumo a nivel mundial, el cual es rico en licopeno. Los efectos beneficiosos del licopeno se derivan de la capacidad de secuestrar radicales libres (Periago *et al.* 2001). Desde la década de los noventa, varios estudios epidemiológicos han mostrado que el consumo de tomate puede prevenir el desarrollo de eventos cardiovasculares (infarto agudo de miocardio y enfermedad cerebro vascular) y ciertos tipos de cáncer. El tomate contiene cantidades substanciales de vitamina A y ácido ascórbico, por lo que su consumo tiene un efecto significativo en la salud humana (Jones Jr 2007).

Nuez (2001) afirma que el cultivo del tomate ha adquirido una importancia económica en todo el mundo, debido a su amplia adaptación y por su alto nivel de consumo que lo convierte en una de las principales fuentes de vitaminas y minerales. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento. En los últimos 20 años en el área de producción de 3 a 4.8 millones de hectáreas (aumentando 60%), los rendimientos crecieron un 30.6% (de 25.8 a 33.7 t/ha (FAOSTAT, 2105).

La producción de tomate en la región oriental de Guatemala tiene una alta participación en la economía de la población, porque provee empleo e ingresos económicos a las familias relacionadas con la cadena de producción y comercialización del cultivo (Picon Canahuí 2013).

En Honduras el tomate es un producto de mucha importancia en la alimentación de la población. Se cultiva en determinadas zonas del país, y es producido por pequeños y medianos productores. Para el 2007 se estimaron 4,291 explotaciones, con una superficie sembrada de 6,374 hectáreas y una producción de 160,647 toneladas métricas (INE 2014).

El chile es rico en vitaminas C y A, por lo que ayuda a prevenir o evitar las enfermedades propias de las deficiencias de estas vitaminas (Murdox *et al.* 2013). Además, el fruto del pimiento fresco contiene fibra, pectinas, glucosa y fructosa; lo que lo hace que sea una hortaliza con un bajo aporte calórico y bajo contenido proteico (Mateos Bernal 2006). Algunas variedades tienen propiedades estimulantes del apetito y de ayuda a la digestión, especialmente los frutos que contienen capsicina (factor picante) (Milla 1996). Después del tomate y la papa, el chile es la solanácea comestible más importante y como condimento (Con *et al.* 2010). Por ello, tiene una gran importancia agronómica, nutricional y comercial (Mateos Bernal 2006).

Actualmente el chile dulce se cultiva en la mayoría de los países tropicales y subtropicales del mundo, siendo China, India y Estados Unidos los países de mayor producción (MAG 2007) y existe un mercado de pimientos que se expande para consumo en las dietas. Al mismo tiempo, este cultivo se está volviendo más importante para la industria. El pimiento tendrá la importancia de agente colorante para la comida y será uno de los principales usos en el futuro (Bosland 1996).

### **3.2 Diversidad genética**

Desde el punto de vista genético, las especies silvestres constituyen un gran reservorio de genes de resistencia a múltiples enfermedades; tolerancia a sequía, altas y bajas temperaturas, salinidad; altos contenidos de antioxidantes, vitaminas y azúcares, entre otros. Los genes de las especies silvestres pueden ser empleados para adaptarse a las condiciones ambientales cambiantes y a las necesidades humanas (Torrico Ferrufino 2013).

El tomate silvestre, *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* es considerado el ancestro común de las formas domesticadas. La región Andina es considerada como el centro de origen y México el centro de domesticación de esta especie (Bai y Lindhout 2007).

Las variedades silvestres de tomate constituyen una fuente de genes útiles para el mejoramiento de las especies domesticadas, así como también para la evaluación de la diversidad entre los cultivos de una región determinada (Freedman *et al.* 2004). Así mismo, Foolad (2007) establece que las especies emparentadas con *S. lycopersicum* han aportado resistencias a insectos, enfermedades y a condiciones ambientales adversas tales como sequía y salinidad (ver también Ebert y Schafleitner 2015).

Estas especies también pueden presentar cierta variabilidad en algunas características de calidad de los frutos como sabor, aroma, coloración y textura, debido a que en su hábitat nativo estos atributos los hacen más atractivos a los predadores, lo que representa una estrategia para la dispersión de sus semillas (Grierson y Rupert 1994).

El género *Capsicum* pertenece a la familia de las solanáceas y está conformada por 23 especies reconocidas, de las cuales solo 5 son cultivadas: *C. annuum*, *C. baccatum* (particularmente la variedad botánica *pendulum*), *C. frutescens*, *C. pubescens* y *C. chinense* (Torrice Ferruffino 2013).

Todas las especies del género *Capsicum*, a excepción de *C. anomalum* son originarias de América. La distribución precolombina de *Capsicum annuum* se extendió probablemente desde el borde más meridional de los Estados Unidos a la zona templada cálida del sur de Suramérica (Viñals *et al.* 1996). Actualmente, se cree que *C. pubescens* y *C. baccatum* fueron domesticados en Bolivia, el complejo *C. annuum* fue domesticado al menos dos veces: Un tipo *C. annuum* en México y un tipo *C. chinense* en la Amazonía (Pickersgill 1989 citado por Viñals *et al.* (1996).

### 3.3 Taxonomía y morfología

El tomate es una planta dicotiledónea perteneciente a la familia de las solanáceas, sus flores son radiales y con cinco estambres; contiene numerosos primordios seminales, produciendo bayas polispermas (Nuez 2001). El cultivo de tomate está dividido en dos grupos indeterminado y determinado. Los cultivos determinados usualmente producen más temprano que los cultivos indeterminados y son mejores para producir en donde la temporada de siembra es corta o donde haya peligro de heladas (Jones Jr. 2007).

A continuación, se presenta la taxonomía del tomate según GRIN (Germoplasm Resources Information Network):

Nombre científico: *Solanum lycopersicum* L.

Género: *Solanum*

Especie: *Lycopersicum*

Orden: *Solanales*

Sub género: *Potatoe*

Familia: *Solanaceae*

Subfamilia: *Solanoideae*

En relación con el género *Capsicum*, según, Bosland (1996) el chile es un arbusto pequeño perenne en condiciones climáticas adaptables. Orellana Benavides *et al.* (2002) lo describen como un semiarbusto de forma variable y alcanza entre 0.60 m a 1.50 m de altura, dependiendo principalmente de la variedad, de las condiciones climáticas y del manejo.

La planta de chile es monoica, tiene los dos sexos incorporados en una misma planta, y es autógena, es decir que se autofecunda; aunque puede experimentar hasta un 45% de polinización cruzada, o sea, ser fecundada con el polen de una planta vecina. Por esta misma razón, se recomienda sembrar cada año semilla híbrida certificada (Orellana Benavides *et al.* 2002).

A continuación, se presenta la clasificación taxonómica del chile según GRIN (2014):

Nombre científico: *Capsicum annuum* L.

Género: *Capsicum*

Especie: *annuum*

Orden: *Solanales*

Familia: *Solanaceae*

Subfamilia: *Solanoideae*

### **3.4 Condiciones agroecológicas**

El tomate es un cultivo capaz de crecer y desarrollarse en condiciones climáticas variadas. Para el desarrollo productivo es necesaria una temperatura diurna entre 23 y 28°C y en la noche, entre 15 y 22°C (Jaramillo Noreña *et al.* 2006). Aunque el tomate puede producirse en una amplia gama de condiciones de suelos, los mejores resultados se obtienen en suelos profundos (1 m o más), de texturas medias, permeables y sin impedimentos físicos en el perfil (Monardes *et al.* 2009).

*Capsicum annuum* desarrolla su mejor crecimiento en temperaturas que oscilan entre 21 y 24 °C. Cuando la temperatura baja más de 18 °C o aumenta arriba de los 27 °C por periodos prolongados, el crecimiento y los rendimientos disminuyen. Este cultivo crece mejor en suelos arcillo limosos con buena capacidad de retención de agua (AVRDC 2003).

### **3.5 Evaluaciones sensoriales**

La producción de alimentos de calidad, con destino a mercado interno y externo es de alta prioridad y es además lo que el consumidor demanda actualmente (Mondino y Ferrato, 2006). Ibañez M y Barcina A (2001) mencionan que la evaluación sensorial de los alimentos es una función primaria del hombre; desde su infancia y de una forma consciente acepta o rechaza los alimentos de acuerdo con las sensaciones que experimenta al consumirlos.

La vitalidad de los productos frutihortícolas y sus características nutritivas y organolépticas especiales son responsables de la preferencia del consumo en fresco; lo que genera que la producción de alimentos de calidad con destino al mercado interno y externo sea de alta prioridad.

## **4 PRINCIPALES RESULTADOS**

1. Se encontraron diferencias morfológicas significativas en densidad de la hoja, color del fruto inmaduro, forma de la fruta, variación del tamaño de la fruta, nervadura del cáliz y forma del pistilo, color de la pulpa, firmeza del fruto, firmeza del fruto después de almacenado entre las diferentes variedades de tomate evaluadas en las 11 variedades de tomate. También se hallaron diferencias morfológicas significativas en altura de la planta

y superficie del fruto entre las 9 variedades de chile. Ambas hortalizas bajo ambientes protegidos.

2. Los frutos de mejor calidad dentro las 9 variedades de chile fueron cosechados de la variedad AVPP1247, la cual que produjo los frutos más pesados y anchos cuando es sembrada bajo condiciones protegidas y la variedad con los frutos más largos fue PS4212 cuando es cultivada en condiciones de ambiente protegido. Por otra parte, los frutos de mejor calidad para las 11 variedades de tomate pertenecieron a AVTO1421 con frutos de buen grosor y AVTO1426 con frutos más pesados, ambas procedentes de AVRDC; mientras que la variedad comercial Ponny express desarrolló los frutos más largos cuando son producidas bajo ambiente protegido.
3. En el cultivo de chile, se obtuvieron mejores rendimientos (kg/planta) con las variedades: Natalie, Magalie, Tecún, VI03270, Cortés y AVPP9814; y en el cultivo de tomate se alcanzaron mejores rendimientos con las variedades AVTO1421, AVTO1417 y Ponny express cuando son cultivadas en zonas altas que oscilan entre 1400 a 1600 msnm, bajo ambiente protegido.
4. La presencia de *Bactericera cockerelli*, *Ralstonia solanacearum* y TYLCV fue menor dentro de los macro túneles, mientras que *Alternaria solani* y *Phytophthora infestans* se presentaron tanto a campo abierto como dentro de los macro túneles. Por otro lado, la presencia de TYLCV, CMV (cucumber mosaic virus) y *Anthonomus eugenii* fue mayor en las parcelas a campo abierto, mientras que *Leveillulla taurica* estuvo presente tanto a campo abierto como en ambiente protegido.
5. Las variedades de tomate AVTO1289, AVTO1219 y AVTO1420 y la variedad de chile AVPP1247, provenientes del AVRDC están dentro de las preferidas por los productores de Honduras y Guatemala.
7. Las características de sabor y de consistencia que más sobresalieron de la evaluación organoléptica realizada por los productores en los frutos de las accesiones de tomate y chile fueron: dulce, jugoso, ácido, seco, carnoso y duro.
8. Las características del tomate deseadas por los consumidores en Honduras difieren a las características preferidas por los consumidores en Guatemala en los siguientes aspectos: color, forma, firmeza y sabor; mientras que en la preferencia de consumo de chile solamente difieren en la firmeza del fruto.

## 5. PRINCIPALES CONCLUSIONES

### Tomate

1. Las diferencias en las características morfológicas de las 11 variedades de tomate son mayores cuando se comparan en altitudes medias y altas; sin embargo, existen menos diferencias morfológicas cuando se comparan entre condiciones diferentes de producción: campo abierto y ambiente protegido. Los frutos de buen grosor fueron producidos por la variedad AVTO1421, y los más pesados por la variedad AVTO1426; mientras que la variedad comercial Pony express desarrolló los frutos más largos cuando son producidos bajo ambiente protegido.
2. A pesar de la incidencia de *Alternaria solani* y *Phytophthora infestans* en las parcelas de tomate en campo abierto y ambiente protegido producto de las altas humedades relativas de 100%, la variedad AVTO1219 presentó una resistencia del 90%; y AVTO1420 y AVTO1421, una resistencia de 80% en comparación con el resto de las variedades.
3. Se obtuvieron mejores rendimientos con la variedad AVTO1421, produciendo 5.31 kg/planta, 7.59% más que la variedad local Pony tanto en ambiente protegido como en campo abierto en zonas altas. En altitud media, los mejores rendimientos se obtienen con la variedad Pony con 3.81 kg/planta.
4. La variedad de tomate con las mejores características morfológicas (rendimiento, altura de la planta, tamaño de la hoja, resistencia a enfermedades, forma y color del fruto) para los productores en Honduras fue AVTO1219; mientras que para los productores de Guatemala fue la variedad AVTO1289.
5. La mejor variedad en la zona alta fue la variedad AVTO1421 por presentar mejores rendimientos y una alta tolerancia ante el ataque de *Phytophthora infestans* cuando es producida en campo abierto y ambiente protegido. En la zona media, la mejor variedad fue la Pony por sus altos rendimientos bajo ambiente protegido.
6. Los consumidores de tomate en Honduras prefieren características que se encuentran en las variedades Pony por su forma cilíndrica y por su firmeza; AVTO1426 y AVTO1417 por su sabor ácido y AVTO1420, AVTO1421 por su jugosidad. Los consumidores en Guatemala tienen mayor afinidad por las variedades AVTO1288 y AVTO1289 por su forma elipsoide y su firmeza intermedia; AVTO1420 y AVTO1288 por su dulce sabor y la Pony por su jugosidad.

## Chile

1. Las variedades de chile presentan un crecimiento más vigoroso cuando son cultivados en zonas altas y bajo ambiente protegido. Los frutos más pesados y más anchos dentro las 9 variedades de chile, fueron producidas por la variedad AVPP1247 y la variedad con los frutos más largos fue PS4212, bajo condiciones protegidas.
2. El ataque de *Anthonomus eugenii*, CMV y TYLCV fue muy severo en las parcelas de campo abierto; mientras que bajo ambiente protegido hubo una alta incidencia de *Leveillula taurica* a causa de la presencia de hospederos cercanos y una humedad relativa de 100%.
3. La variedad VI03270 produce 43% más que la variedad comercial Nataly, en zonas altas bajo ambiente protegido; en zonas medias la variedad con mejores rendimientos es la Natalie produciendo 1.19 kg/planta bajo ambiente protegido.
4. Los productores en ambos países calificaron a la variedad Magalie como la variedad con las mejores características morfológicas (rendimiento, altura de la planta, tamaño de la hoja, resistencia a enfermedades, forma y color del fruto).
5. Las preferencias hacia las características de los frutos en chile son muy parecidas entre los consumidores de Honduras y Guatemala. Todas las variedades tienen forma de bloque y el color de sus frutos es verde; sin embargo, existe una mayor inclinación del consumidor hondureño en la utilización de los chiles en ensaladas, en donde las variedades AVPP1247 y AVI03270 por su dulzura y jugosidad podrían ser utilizados. En Guatemala, los consumidores utilizan el chile como condimento; las variedades Tecun y Natalie por su dulzura encajan bien con las preferencias del mercado.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, Honduras). 2011. Informe Técnico 2010. La Lima, Honduras. 148p.
- Bai, Y; Lindhout, P. 2007. Domestication and breeding of tomatoes: what have we gained and what can we gain in the future? *Annals of Botany* 1005:1085-1094.
- Bosland, PW. 1996. Capsicums: Innovative uses of an ancient crop. *Progress in new crops*. ASHS Press, Arlington, VA: 479-487.
- CON, LI; Rueda-Puente, EO; Clavero, JRO; Herrera, MAT; Diéguez, ET; Amador, BM; Hernadez, JLG; Beltrán, FA. 2010. Capítulo XIII. *Agricultura Orgánica*:243.
- I Congreso de Seguridad Alimentaria Nutricional Construyendo un Abordaje Integral (primer, 2012, Costa Rica). 2012. Obtención y evaluación de híbridos costarricenses de tomate para mesa (*Solanum lycopersicum*) y chile dulce (*Capsicum annuum*). Costa Rica.
- Ebert, AW. & Schafleitner, R. 2015. *Chapter 9*. Utilization of wild relatives in the breeding of tomato and other major vegetables. In: Redden, R., Yadav, S.S., Maxted, N., Dulloo, M.E., Guarino, L. & Smith, P. (Eds.). *Crop Wild Relatives and Climate Change*. First Edition. John Wiley & Sons, Inc., pp. 141-172.
- Eternal, B; Rhnsiro, L; Fernández, E; Pérez, W. 2001. Manejo de plagas en híbridos de tomate bajo condiciones de cultivo protegido.
- FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations, United States). 2105. Production Crops. Disponible en <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>
- Florido, M; Álvarez, M; Lara, RM; Plana, D; Valera, M; Shagarodsky, T; Moya, C. 2002. Caracterización morfoagronómica y bioquímica de 20 accesiones de tomate (*Lycopersicum spp*). *Cultivos Tropicales* 234:61-69.
- Freedman, ML; Reich, D; Penney, KL; McDonald, GJ; Mignault, AA; Patterson, N; Gabriel, SB; Topol, EJ; Smoller, JW; Pato, CN. 2004. Assessing the impact of population stratification on genetic association studies. *Nature genetics* 364:388-393.
- Grierson, D; Rupert, F. 1994. Control of ripening in transgenic tomatoes. *Euphytica* 793: 251-263.
- Jaramillo Noreña, P; Rodríguez, V; Zapata, M. 2006. El cultivo de tomate bajo invernadero (*Lycopersicon esculentum*, Mill). *Boletín Técnico*. 21:

- Jones Jr, JB. 2007. Tomato plant culture: in the field, greenhouse, and home garden. Boca Ratón, Florida, USA, CRC Press. 199 p.
- Latournerie, L; Chávez, JL; Pérez, M; Hernández, CF; Martínez, R; Arias, LM; Castañon, G. 2001. Exploración de la diversidad morfológica de chiles regionales en Yaxcaba, Yucatán, México. *Agronomía Mesoamericana* 121:41-48.
- Lemus-Carrillo, AA. 2012. Evaluación del potencial del rendimiento y calidad del fruto de seis híbridos de tomate tolerantes a la marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*) en aldea El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa. Licenciado. Jutiapa, Guatemala, Universidad Rafael Landívar. 93 pp.
- López, A; Vega, H; Hernández, A; Ramírez, C. 2004. El Plan Trifinio: Un proceso de desarrollo sustentable transfronterizo en Centroamérica. Universidad Nacional de Costa Rica, noviembre, 108 pp.
- Marcano, C; Acevedo, I; Contreras, J; Jiménez, O; Escalona, A; Pérez, P. 2012. Crecimiento y desarrollo del cultivo pepino (*Cucumis sativus* L.) en la zona hortícola de Humocaró bajo, estado Lara, Venezuela. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 38:1629-1636.
- Mateos Bernal, RM. 2006. Antioxidantes de pimiento (*Capsicum annum* L.): estudio bioquímico y molecular de la maduración del fruto y de la respuesta a estrés abiótico.
- Milla, A. 1996. Capsicum de capsá, cápsula: el pimiento. Pimientos. Namesny, VA (ed.) *Compendios de horticultura* 9:21-31.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). 2007. Chile. Costa Rica, 8 p.
- Monardes, H; Victor, E; Pablo, A; Claudio, U; Alejandra, M. 2009. Importancia económica del cultivo en la región, país y el mundo. Manual de cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.):5.
- Murdock, G; En Shapiro, H; Hombre, C; Capítulo, X; Shapiro, H; México, F; Rojas, A.;Rojas.2013. El chile y la medicina. *Psic-Obesidad* 3o:13.
- Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2002. Nutrición humana en el mundo en desarrollo. Roma, 531 p. (Colección FAO: Alimentación y nutrición).
- Nuez, F. 2001. El cultivo de Tomate. Trad. Mundi-Prensa. México, 793 p.
- Orellana Benavides, FE; Escobar Betancourt, JC; Morales de Borja, AJ; Méndez de Salazar, IS; Cruz Valencia, RA; Castellón Hernández, ME. 2002. Cultivo de Chile Dulce: guía técnica.
- Palomo, I; Moore-Carrasco, R; Carrasco, G; Villalobos, P; Guzmán, L. 2010. El consumo de tomates previene el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y cáncer: antecedentes epidemiológicos y mecanismos de acción. *Idesia (Arica)* 283:121-129.

- Pérez Castañeda, LM; Castañón Nájera, G; Mayek Pérez, N. 2008. Diversidad morfológica de chiles (*Capsicum spp.*) de Tabasco, México. Cuadernos de biodiversidad, n° 27 (septiembre 2008); pp. 11-22.
- Periago, MJ; Martínez-Valverde, I; Ros, G; Martínez, C; López, G. 2001. Propiedades químicas, biológicas y valor nutritivo del licopeno. *An. Vet (Murcia)* 17:51-66.
- Picon Canahuí, R, Picon. 2013. Evaluación de sustratos alternativos para la producción de pilones del cultivo de tomate *Lycopersicum esculentum* Mill. en los municipios de Esquipulas y Chiquimula, departamento de Chiquimula, Guatemala. Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción. Chiquimula, Guatemala., Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Oriente Agronomía. 145 p.
- Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas en América Central (RAPAC). 2003. Estudio de mercado de las hortalizas y el uso de plaguicidas en la zona del Trifinio: (Metapan, Las Pilas, Esquipulas, Nuevo Ocotepeque). San Salvador, Salvador, 13 p.
- Santiago, J; Mendoza, M; Borrego, F. 1998. Evaluación de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) en invernadero: criterios fenológicos y fisiológicos. *Agronomía Mesoamericana* 9:59-65.
- Teni-Cacao, RE. 2004. Experiencias en la producción de híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) Tolerantes a virosis transmitida por mosca blanca. Licenciado. Guatemala, Universidad de San Carlos Guatemala. 55 p.
- The World Vegetable Center (AVRDC). 2003. Suggested Cultural Practices for Sweet Pepper. *International Cooperators Guide* 99:5.
- Torrice Ferrufino, AM. 2013. Estudio morfológico y molecular de la diversidad genética del tomate silvestre (*Solanum spp.*) boliviano. Master in Science. Cochabamba, Bolivia, Universidad Mayor de San Simón. 79 p.
- UNA (Universidad Nacional de Costa Rica, Costa Rica); CARE (Centro Mesoamericano de Desarrollo Sostenible del Trópico Seco, Costa Rica). 2004. El Plan Trifinio: un proceso de desarrollo sustentable transfronterizo en Centroamérica. Alexander López, A.H. ed.
- Viñals, FN; García, JCC; Ortega, RG. 1996. El cultivo de pimientos, chiles y ajés. Madrid, España, Mundi Prensa Libros SA. 607 p.

## **7. CAPÍTULO I**

### **ARTÍCULO 1**

#### **Evaluación del germoplasma mejorado de hortalizas del banco de germoplasma del Centro de Vegetales del Mundo (AVRDC) y CATIE en la región de Trifinio.**

#### **RESUMEN**

Actualmente, el tomate y el chile pimiento ocupan un papel preponderante en la economía agrícola de muchos países y son productos esenciales en la alimentación de varias regiones como fruta fresca, salsa o condimentos. En la presente investigación, se evaluaron 11 variedades de tomate y 9 de chiles pimientos provenientes del AVRDC y CATIE en dos regiones: Guatemala en altitud media (950 m) y Honduras en altitud alta (1650 m), en dos condiciones de siembra: campo abierto y ambiente protegido con el objetivo de identificar materiales potenciales para la producción en la Región Trifinio y su posterior comercialización en mercados nacionales, desarrollando las siguientes etapas: a) La caracterización morfológica y de evaluación agronómica a través un diseño en bloques aleatorizado con parcelas subdivididas con modelos lineales generales y mixtos que permitieron analizar las interacciones entre las variables: altitud, variedad y descriptores cuantitativos. Los tratamientos en estudio: campo abierto y ambiente protegido con cada una de las variedades de chile y tomate evaluada, b) Un día de campo con los productores para identificar las variedades preferidas para producción y c) Una exploración de mercado a través de encuestas en los centros de acopio de cada país. Se encontró una interacción entre las características: peso, largo y ancho del fruto, rendimiento de las variedades, altitud y condición de siembra. El ataque de plagas y enfermedades fue mayor en campo abierto. Las variedades provenientes del AVRDC presentaron mejores rendimientos en zonas altas y se encuentran entre las preferidas por los productores.

Palabras claves: caracterización, evaluación chile, tomate, ambiente protegido.

## **ABSTRACT**

Currently tomatoes and peppers take a leading role in the agricultural economy of many countries worldwide and are essential food products in various regions, whether through direct consumption or as a principal ingredient in staple dishes. In the present study, 11 varieties of tomato and 9 pepper varieties received from the AVRDC and CATIE were evaluated in two regions: Guatemala on medium altitude (950 m) and Honduras at high altitude (1650 m) under two planting conditions: open field and protected environment in order to identify materials with potential for production in the Trifinio region and for trading in domestic markets. The following activities were undertaken: a) morphological characterization and agronomic evaluation following a completely randomized block design with split plots, wherein the levels of *A* (planting conditions) are randomly assigned to whole plots, and levels of *B* (varieties) are randomly assigned to split plots within each whole plot to enable the analysis of the interactions between variables: altitude, planting condition, variety and quantitative descriptors; b) a field day with the producers to identify the preferred and potential varieties for production; c) a market exploration through surveys at the big central vegetable markets in each country. An interaction between weight, length and width of the fruit, yield, altitude and the planting condition was found. The attack of insect pests and diseases was higher in the unprotected plots. The AVRDC varieties showed better performance at high altitudes and are among the favorites selected by the producers.

Keywords: characterization, evaluation, sweet pepper, tomato, protected agriculture.

## 8. INTRODUCCIÓN

La medición de los caracteres cualitativos y cuantitativos de alta heredabilidad, o que se transmiten a la descendencia del germoplasma en cualquier ambiente, se conoce como caracterización y permite determinar el grado de similitud entre las accesiones por medio de su apariencia morfológica o fenotipo y de variabilidad en la colección (Ligarreto 2003).

La caracterización debe permitir diferenciar entre variedades de una especie y se aplica para entender la diversidad existente en las accesiones conservadas en colecciones de germoplasma. La evaluación comprende el detalle de la variación existente en una colección de atributos de importancia agronómica con alta influencia en el ambiente, tales como rendimientos. El objetivo principal de la caracterización es identificar las accesiones, mientras que el de la evaluación es conocer el valor agronómico de los materiales (Abadie y Berretta 2001).

La caracterización y la evaluación son actividades complementarias que consisten en describir los atributos cualitativos y cuantitativos de las accesiones de una misma especie para diferenciarlas; determinar su utilidad, estructura, variabilidad genética y relaciones entre ellas; y localizar genes que estimulen su uso en la producción o el mejoramiento de cultivos (Jaramillo y Baena 2000). La información que permite conocer el germoplasma y determinar su utilidad proviene de tomar y analizar un conjunto de datos sobre el germoplasma, en diversas etapas de la conservación; pero principalmente durante la caracterización y la evaluación (Castro 2007).

La evaluación agrícola participativa está orientada a solucionar problemas relacionados con la agricultura y a aumentar el impacto de la investigación agrícola; los investigadores pueden desarrollar tecnologías con mayores probabilidades de ser adoptadas y que respondan a las necesidades de los productores (Bellon 2002).

La comparación de la variabilidad fenotípica descansa sobre el concepto de descriptor. Un descriptor es una característica que puede ser observada o medida por algún medio a partir de los individuos. Una clasificación muy generalizada divide los descriptores en plantas por la herramienta utilizada para su observación (Ligarreto 2003).

En la mayoría de casos de investigación de la variabilidad en plantas las 'similitudes' o 'diferencias' entre individuos se describen o se refieren en algún momento a las características morfológicas, ya que esa es la primera percepción natural (Ligarreto 2003).

La identificación de *Capsicum* spp., usualmente depende de la descripción de las características morfológicas en los diferentes estados de crecimiento de la planta. Las especies y las variedades más importantes son acervo genético de *Capsicum annuum* (Okuda y Kosugi 2005).

En relación con al acervo genético de *Solanum lycopersicum*, un estudio realizado por Miller y Tanksley (1990) demostró que la mayor parte de su diversidad se encuentra en las especies silvestres tipo cereza, que presentan variabilidad para características de calidad del fruto como: sabor, aroma, coloración y textura. Agudelo *et al.* (2011) afirman que para que el germoplasma de las especies de *Solanum lycopersicum* se pueda conservar, utilizar y manejar eficientemente, se recomienda caracterizarlo morfológica y genéticamente.

En la Región Trifinio, el 80% del territorio está destinado para la producción agrícola, en donde la producción de hortalizas y granos básicos es la principal actividad económica (López *et al.* 2004). Para algunas familias rurales de la Región Trifinio, el cultivo de hortalizas es una opción interesante, porque sus precios son altos y el mercado es amplio. El uso de nuevas variedades mejoradas puede representar una alternativa a la presente situación en donde la falta de germoplasma mejorado y adaptado, poca asistencia técnica productiva y financiera; y una alta incidencia de plagas y enfermedades, representa uno de los principales obstáculos para una producción rentable y sostenible (López *et al.* 2004).

Instituciones como The World Vegetable Center (AVRDC) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) cuentan con un banco de germoplasma de semillas con el fin de conservar y caracterizar materiales vegetativos que por sus características morfológicas son consideradas de interés para el beneficio de la población; así mismo identifican los genes de atributos de interés y las incorporan en líneas mejoradas a través de técnicas de cruce (Ebert 2011).

Debido a lo anterior se propone realizar la presente investigación para evaluar las diferentes variedades de chile y tomate y para esto se plantean los siguientes objetivos:

a) Evaluar el comportamiento de las diferentes accesiones de chile y tomate bajo dos sistemas de cultivo: campo abierto y ambiente protegido en dos altitudes, alta y media.

b) Evaluar la presencia y ausencia de plagas y enfermedades para las variedades de tomate y chile bajo condiciones de agricultura protegida y en campo abierto en dos alturas: alta y media.

- c) Comparar el rendimiento entre las variedades de tomate y chile utilizadas por los productores en la zona del Trifinio con las variedades del AVRDC en invernadero y campo abierto.
- d) Evaluar la apreciación agronómica y organoléptica de las diferentes accesiones por familias agrícolas en las zonas de evaluación mediante selección participativa en un día de campo y un evento de evaluación sensorial.
- e) Seleccionar las accesiones más promisorias de cada hortaliza para cada sitio de evaluación y sistema de cultivo para la utilización posterior de los agricultores de la región Trifinio.

## 9. MATERIALES Y MÉTODOS

### 9.1 Descripción del área de estudio

El presente estudio de investigación se llevó a cabo en la Región Trifinio durante el período comprendido entre marzo 2015 a septiembre 2015, período en el cual los productores siembran hortalizas.

La región del Trifinio es un territorio de 7.384,2 km<sup>2</sup>, distribuida en 45 municipios ubicados en una zona fronteriza entre los límites de Guatemala, Honduras y El Salvador, ubicada entre los 88°45' y 89°50' de longitud oeste y 14°05' y 15°12' de latitud norte (Figura 1). La precipitación anual de la región en los últimos veinte años oscila entre 909.1 mm a 2,369.2 mm y el promedio anual de las temperaturas en las zonas altas oscila entre 16.5 -16.9 °C; mientras que en las zonas bajas es de 24 – 24.4 °C (Alvarado 2013).

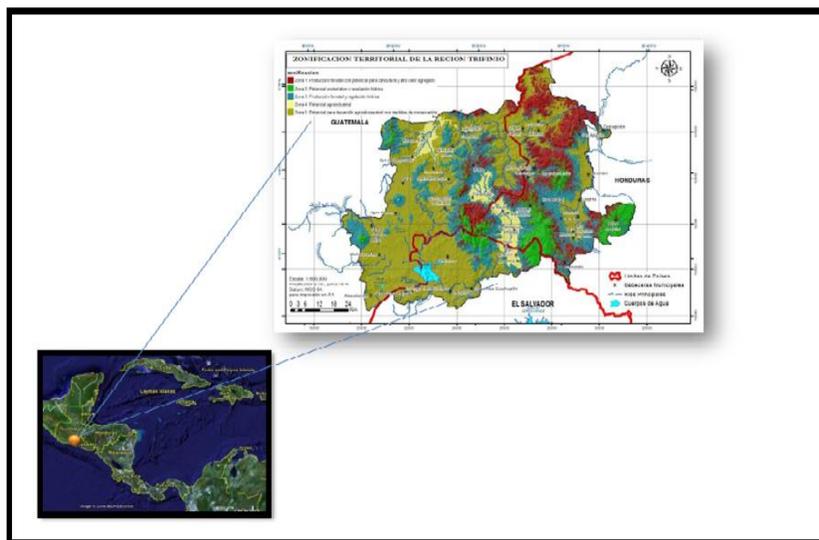


Figura 1. Mapa de la zona del Trifinio. Fuente: (Alvarado 2013)

## 9.2. Caracterización de los sitios de evaluación

Los ensayos fueron establecidos en una zona alta en Honduras (1.650 m.s.n.m.) y en una zona media en Guatemala (950 m.s.n.m.).

En Honduras las parcelas fueron establecidas en el municipio de Sinuapa, Ocotepeque en el occidente del país, ubicado entre 14° 26' 00" de latitud norte y 89° 11' 00" de longitud oeste y en Guatemala en el Municipio de Olopa, Chiquimula, ubicado entre 14°47' 58" de latitud norte y 89° 32' 37" de longitud oeste. En cada municipio se seleccionaron tres fincas en donde fueron establecidas cuatro parcelas experimentales. Estos sitios fueron seleccionados debido a que ambas comunidades representan importantes zonas en la producción de hortalizas; además, ambos países poseen altitudes distintas; el municipio de Olopa se encuentra en una altitud media y el municipio de Sinuapa se ubica en una altitud alta. Las características de clima y altitud por municipio se detallan en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Características de clima y altitud en las áreas donde se establecieron las parcelas experimentales.**

País	Municipio	Aldea	Altitud	Precipitación anual	Temperatura anual
Guatemala	Olopa, Chiquimula	El Rodeo	950 m.s.n.m.	900 mm	25 °C
Honduras	Sinuapa, Ocotepeque	Plan del Rancho	1650 m.s.n.m.	1351 mm	20 °C

Fuente: Municipalidad de Olopa 2010; Servicio Meteorológico de Honduras 2012

## 9.3 Material genético utilizado

Se trabajó con 9 variedades de chile y las 11 variedades de tomate; de las cuales 3 variedades de chile y 9 variedades de tomate fueron obtenidas de los programas de mejoramiento genético del AVRDC; (Cuadro 2). De ellas 1 variedad de chile y 1 variedad de tomate provenían del banco de germoplasma del CATIE y 5 variedades de chile junto a 1 variedad de tomate fueron variedades comerciales utilizadas como testigos. Cada una de las variedades fue seleccionada por los mejoradores genéticos según su capacidad de adaptación, resistencia a enfermedades y plagas y productividad.

**Cuadro 2. Origen de las 9 variedades de chile (*Capsicum annuum*) y 11 de tomate (*Solanum lycopersicum*) provenientes de banco de germoplasma del AVRDC utilizadas en el ensayo.**

Hortaliza	Código	Origen
<i>Capsicum annuum</i>	AVPP9814	AVRDC
	AVPP1247	AVRDC
	VI032170	AVRDC
	Tecun	Variedad comercial
	PS4212	Variedad comercial
	Cortés	Variedad comercial
	Natalie	Variedad comercial
	Magalie	Variedad comercial
	CATIE 57	CATIE
<i>Solanum lycopersicum</i>	AVTO1426	AVRDC
	AVTO1421	AVRDC
	AVTO1423	AVRDC
	AVTO1420	AVRDC
	AVTO1424	AVRDC
	AVTO1417	AVRDC
	AVTO1288	AVRDC
	AVTO1289	AVRDC
	AVTO1219	AVRDC
	CATIE 351	CATIE
	Ponny Express	Variedad local

## 9.4 Metodología en campo

### 9.4.1 Establecimiento de parcelas

En cada una de las fincas de cada municipio, se establecieron 4 parcelas de 72m<sup>2</sup>, sumando un área total de 288m<sup>2</sup>.

9.4.1.1 **Campo abierto:** En cada finca se estableció una parcela para las 11 variedades de *Solanum lycopersicum* y una parcela para las 9 variedades de *Capsicum annuum*.

9.4.1.2 **Ambiente protegido:** En cada finca se establecieron 2 macrotúneles, utilizando para ello 10 tubos galvanizados y alambre galvanizado de 16 mm y malla antiáfidos de 50 mesh;

cada tubo fue colocado a dos metros de distancia entre ellos. El macro túnel tuvo una altura de 2 metros, 3 m de ancho y 28 m de largo. Uno de los macrotúneles fue utilizado para el establecimiento de 11 variedades de *Solanum lycopersicum* y otro para las 9 variedades de *Capsicum annuum*.

#### **9.4.2 Plántulas:**

Las semillas de cada uno de los materiales de chile y tomate fueron entregadas a una empresa comercial en Guatemala y a un grupo de productores en Honduras para que desarrollaran las plántulas, según las prácticas que ambos utilizan para ese fin. Una vez las plántulas alcanzaron 15 cm de alto, fueron trasladadas a cada una de las fincas para el establecimiento de los ensayos. Cabe mencionar que a pesar de que el manejo de los semilleros no fue igual en ambos países, las plántulas no reflejaron ninguna diferencia en la calidad.

#### **9.4.3 Preparación de las parcelas:**

Tanto a campo abierto como en ambiente protegido se prepararon las camas de forma manual; utilizando una distancia de 1.20 metros de ancho y 18 metros de largo a una altura de 30 cm. Con el propósito de brindar condiciones favorables para el desarrollo de las raíces, el suelo fue picado y se incorporaron 6 sacos de bokashi elaborado con pulpa de café, estiércol de ganado, carbón, melaza, tierra negra y agua. Un día antes del trasplante se aplicó un nematicida orgánico a base de Tagelis, a una dosis 100 cc por bomba de 20 litros/ en 85 m<sup>2</sup> de suelo.

#### **9.4.4 Control de temperatura y humedad relativa:**

Considerando que la temperatura y la humedad relativa son factores de importancia en el manejo de las condiciones ambientales, se instalaron 3 sensores de sistemas de medición de temperatura y humedad relativa (ibuttons) a una altura de 1.50 metros (Mittra *et al.* 2013) en cada finca; dos de ellos se colocaron en cada uno de los macro túneles y uno en la parcela a campo abierto una semana después del trasplante. Los sensores fueron programados para tomar la temperatura y la humedad relativa cada hora por día. Esta información se descargó cada tres meses para su registro y análisis.

#### **9.4.5 Sistema de riego:**

Tanto en campo abierto como en ambiente protegido se instaló un sistema de riego por goteo con agua proveniente de un proyecto rural. Para ello se utilizó tubo de PVC de media pulgada, filtro de 4/3, conectores, cinta de riego, llave de paso de PVC y un tanque de 1.110 litros,

utilizado para captar el agua procedente de la fuente de abastecimiento. El riego se realizó dos veces por semana, un día antes de la fertilización.

#### **9.4.6 Trasplante:**

El trasplante de chile y tomate, tanto a cielo abierto como en el macrotúnel se realizó a los 30 y 40 días respectivamente después de la siembra del semillero, una vez las plantas alcanzaron 15 cm de altura promedio; seleccionando las plantas más vigorosas. El trasplante se realizó en horas de la tarde (4:00 a 5:00 p.m.) para reducir el estrés; y a cada subparcela se le etiquetó con el número de accesión. En ambos cultivos, se utilizó 15 plantas por accesión, sembradas a una distancia de 1.20 m entre hileras y 40 cm entre plantas.

#### **9.4.7 Estaquillado:**

Con el propósito de evitar rupturas de tallos y ramas, así como controlar enfermedades en las parcelas a campo abierto, se instalaron postes de bambú y otras especies leñosas locales a 2 m de distancia entre ellos y se trazaron dos líneas de tutoreo; la primera cuando la planta alcanzó una altura de 35 cm y la segunda cuando obtuvo una altura de 60 cm. Las plantas bajo macro túnel, a diferencia de las de campo abierto, tuvieron una tercera línea de tutoreo cuando alcanzaron una altura de 1 m.

#### **9.4.8 Manejo agroquímico de las parcelas**

El manejo que se les dio a las parcelas fue estandarizado entre los productores, el cual estuvo orientado en un manejo convencional sostenible, es decir, se realizaron buenas prácticas agrícolas como: recolección de frutos y hojas contaminadas, canales para evitar el estancamiento del agua y establecimiento de trampas. El tratamiento para la aplicación de los productos químicos fue curativo; debido a que, al ser nuevas variedades, se necesitaba evaluar su nivel de resistencia ante las plagas y enfermedades. Se seleccionaron los productos de banda verde, azul y amarillo cuando el ataque fue muy severo.

**Fertilización:** se hizo fertirrigación dos veces por semana utilizando un programa de fertilización “USAID Acceso” facilitado por los técnicos de USAID, la fertilización fue calculada para la parcela conformada por los dos macro túneles y las dos parcelas a campo abierto por finca; contemplando los siguientes insumos: fosfato monoamónico MAP (0.22 kg), nitrato de amonio (2.27 kg), KCL (2.27 kg), magnesio (0.90 kg) y calcio (2.27 kg). Se realizaban dos aplicaciones semanales en horas de la mañana.

**Control de plagas y enfermedades:** debido a que el estudio de evaluación estuvo enfocado en la validación de variedades mejoradas, no se realizaron manejos preventivos de plagas y enfermedades; sin embargo, se establecieron trampas de color amarillo impregnadas con BIO TAC, adhesivo no tóxico para trampas de monitoreo. Los productos utilizados fueron los siguientes: Bravo (62.5 cc /bomba), para el control de hongos Phyton (2 copas/bomba), Bellis (75 cc/bomba), Trivia (75 cc/bomba) Score (12.5 cc /bomba), mientras que para el control de plagas se utilizó Regent (12.5 cc/bomba), Exalt (12.5 c/bomba), Cinnalys (100cc/bomba).

#### **9.4.9 Control de maleza:**

Para el control de las malezas, se instaló un mulch en cada una de las camas y se realizó control mecánico y manual de las malezas que crecían entre las hileras y en los alrededores.

#### **9.4.10 Incidencia de plagas y enfermedades a cielo abierto y en macro túnel:**

Para medir la incidencia de plagas y enfermedades, se utilizó la metodología empleada por el AVRDC (2003), que consiste en medir el porcentaje de ataque de las plagas y enfermedades después de la primera cosecha, es decir, cuando la planta inicia su ciclo de producción y realizar visitas de monitoreo cada semana. Debido a la alta presencia de enfermedades en las parcelas a campo abierto, se tomaron datos desde los 14 días después del trasplante en algunas de las parcelas.

#### **9.4.11 Cosecha:**

Los frutos se cosecharon cuando alcanzaron su madurez fisiológica.

### **9.5 Variables del estudio**

Para poder realizar la caracterización de las 9 variedades de chiles y 11 variedades de tomate, se utilizaron los descriptores más discriminantes tomados de la lista de descriptores del Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI 1995); que se reflejan en el Cuadro 3.

## 9.6 Descriptores

Son las características de las etapas de crecimiento vegetativo de la planta. Para caracterizar las accesiones de chile (*Capsicum annuum*), se evaluaron 23 descriptores, de los cuales 14 son descriptores cualitativos y 9 son descriptores cuantitativos; para caracterizar las accesiones de tomate (*Solanum lycopersicum*), se evaluaron 31 descriptores, de los cuales 21 son de tipo cualitativos y 10 son de tipo cuantitativo (Cuadro 3).

Los datos de caracterización se registraron a través de visitas semanales a las parcelas según lo indican los diferentes descriptores en la lista de IPGRI y AVRDC.

**Cuadro 3. Lista de descriptores utilizados para caracterizar las accesiones de *Capsicum annuum* y *Solanum lycopersicum***

Hortalizas	Descriptores		
	Sitio y medio ambiente	Morfológicos	Evaluación
<i>Capsicum annuum</i>	Temperatura, humedad	Color del tallo, altura de la planta, hábito de crecimiento, ciclo de vida, color de la corola, color de la mancha de la corola, color de las anteras, color del fruto en estado intermedio, color del fruto maduro, forma del fruto, longitud del fruto, ancho del fruto, peso del fruto, cuello en la base del fruto, tipo de epidermis del fruto, color de la semilla, peso 1000 semillas, clasificación número de semillas	Número de días a la floración, número de días hasta la madurez, número de flores por inflorescencia, rendimiento por planta
<i>Solanum lycopersicum</i>	Temperatura, humedad	Hábito de crecimiento, densidad de hoja, tipo de hoja, tipo de inflorescencia, color de la hoja, color de corola, color exterior del fruto inmaduro, rayas verdes en el fruto, forma predominante del fruta en la misma acesión, tamaño del fruto observado en la madurez, homogeneidad del tamaño del fruto, peso del fruto, longitud del fruto, longitud del pedicelo desde la capa de la abscisión, ancho del fruto, color exterior del fruto maduro, ancho de la cicatriz del pedicelo, color de la piel del fruto maduro, color de la pulpa, forma del corte transversal del fruto, número de lóculos, forma de la cicatriz del pistilo, firmeza del fruto	Número de días a la floración, número de días hasta la madurez, número de flores por inflorescencia, agrietado radial, agrietado concéntrico, hinchazón

Para tomar las medidas de longitud, se utilizaron reglas calibradas en centímetros y para medir los datos de los descriptores cuantitativos de longitudes pequeñas, se emplearon reglas calibradas en milímetros y cintas flexibles. Para los datos de los descriptores cualitativos, se utilizaron los gráficos y los dibujos de los descriptores establecidos por IPGRI (1995).

Los pesos de los frutos fueron registrados a través de balanza calibrada en libras, mientras que para los pesos secos de las semillas se utilizó una balanza digital en gramos. La extracción de las semillas se realizó únicamente en los frutos del chile cuando estos alcanzaron su madurez. Las semillas se secaron al aire libre antes de ser pesadas y se utilizó cuchillos y guantes.

### **9.7 Evaluación morfológica participativa**

La evaluación morfológica y la evaluación sensorial participativa de las variedades de chile y tomate fueron realizadas por 15 participantes, entre ellos productores, amas de casa e intermediarios, la actividad se desarrolló durante un día de campo en la finca de uno de los productores en cada país cuando las plantas estaban en producción. La metodología utilizada fue similar a la de la estudiante Nelly Paredes (2012), la cual consistió en que cada uno de los productores recorrió las pacerlas de tomate y chile e iba llenando un formulario en donde se asignaba un valor a cada una de las características evaluadas en cada una de las variedades. En este estudio el valor era de 1-12 (siendo 1 para el valor más bajo y 12 para el valor más alto), a las siguientes características: tamaño de la hoja, productividad, vigorosidad, altura de la planta, resistencia a plagas y enfermedades, tamaño y forma de la fruta.

De manera complementaria se realizó una evaluación sensorial participativa siguiendo el método de “Flash Profiling” (Varela y Ares 2012). La metodología se desarrolló en dos partes; durante la primera parte, cada uno de los productores luego de probar las diferentes accesiones, nombraron las características de sabor más destacadas por accesión, luego esa lista de características era consolidada y cada productor generó su propia lista. La segunda parte consistió en que cada productor calificó de 1 a 12 a cada característica de sabor en cada una de las accesiones, utilizando la lista de características que se desarrolló con la primera parte de la evaluación.

### **9.8 Exploración del mercado**

Con el fin de conocer los principales aspectos en los que los consumidores basan sus preferencias en el momento de realizar la compra de chiles y tomates, se levantaron 50 encuestas en la Central de Abastos en San Pedro Sula, Honduras y en la Central de Mayoreo CENMA en la ciudad de Guatemala en Guatemala, ambos centros principales de acopio de cada país. En el momento de levantar la encuesta, se tomó en cuenta la opinión de consumidores, intermediarios y productores, para tener una idea más clara de qué es lo que el cliente necesita y quiere. Los resultados servirán como insumos para enfocar futuras mejoras

genéticas en cada uno de los cultivos, así como también para saber si realmente se está produciendo lo que el consumidor demanda.

Se hizo un análisis de frecuencia de las preferencias de consumo relacionado con el fruto: forma, color, tamaño, principal uso, consistencia, color de la pulpa, sabor y textura para determinar las principales características en las que el consumidor se enfoca en el momento de la compra en cada uno de los países.

## **9.9 Análisis estadísticos**

Para evaluar el efecto de las variedades de chile y tomate en diferentes condiciones productivas y altitud, se realizó un diseño en bloques aleatorizado con parcelas subdivididas con modelos lineales generales y mixtos que permitieron analizar las interacciones entre las variables: altitud, variedad y los descriptores cuantitativos. Los tratamientos en estudio: campo abierto y ambiente protegido con cada una de las variedades de chile y tomate evaluada. Cuando se encontraron diferencias estadísticas ( $\alpha = 0.05$ ), se utilizó la prueba LSD (diferencia mínima de significancia) de Fisher. Para hacer todas las comparaciones con la diferencia mínima significativa. Esta prueba tiene mayor potencia (menor error tipo II) y mejor contraste de hipótesis. Además, se realizó un análisis de frecuencias para los descriptores cualitativos.

## **10. RESULTADOS**

### **10.1 Control de temperatura y humedad relativa:**

La temperatura y la humedad relativa alcanzadas en las parcelas a campo abierto y en ambiente protegido en ambos países (Cuadro 4); excedieron los niveles óptimos de temperatura y humedad relativa que contribuyen a que los procesos bioquímicos como el crecimiento vegetativo, floración y fructificación se desarrollan normalmente; los cuales son de 21 a 27 °C y 50% y 65% (Noreña *et al.* 2012 y Jaramillo *et al.* 2007); mientras que para el chile Borrego (2002) establece que es de 16 a 25 °C.

**Cuadro 4. Temperaturas y humedades relativas promedio registradas en las parcelas a campo abierto y ambiente protegido en ambos países durante los meses de abril a septiembre 2015.**

País	Condición							
	Abierto				Protegido			
	Temperatura °C		Humedad Relativa %		Temperatura °C		Humedad Relativa %	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Honduras (zona alta)	11.45	35.83	29.41	100.00	10.52	41.35	22.41	100.00
Guatemala (zona media)	12.49	39.97	33.27	90.48	14.28	40.57	44.92	88.76

En el cuadro 4 se puede observar las temperaturas alcanzadas en las parcelas en campo abierto y en ambiente protegido para ambos países. A pesar de que existe una diferencia de 650 m en las altitudes, las temperaturas no reflejan diferencias muy marcadas; sin embargo, para la agricultura estas diferencias representan un factor clave para la producción.

**La presencia de plagas fue menor en los macrotúneles, mientras que las enfermedades se presentaron tanto a campo abierto como dentro de los macro túneles para ambos cultivos.**

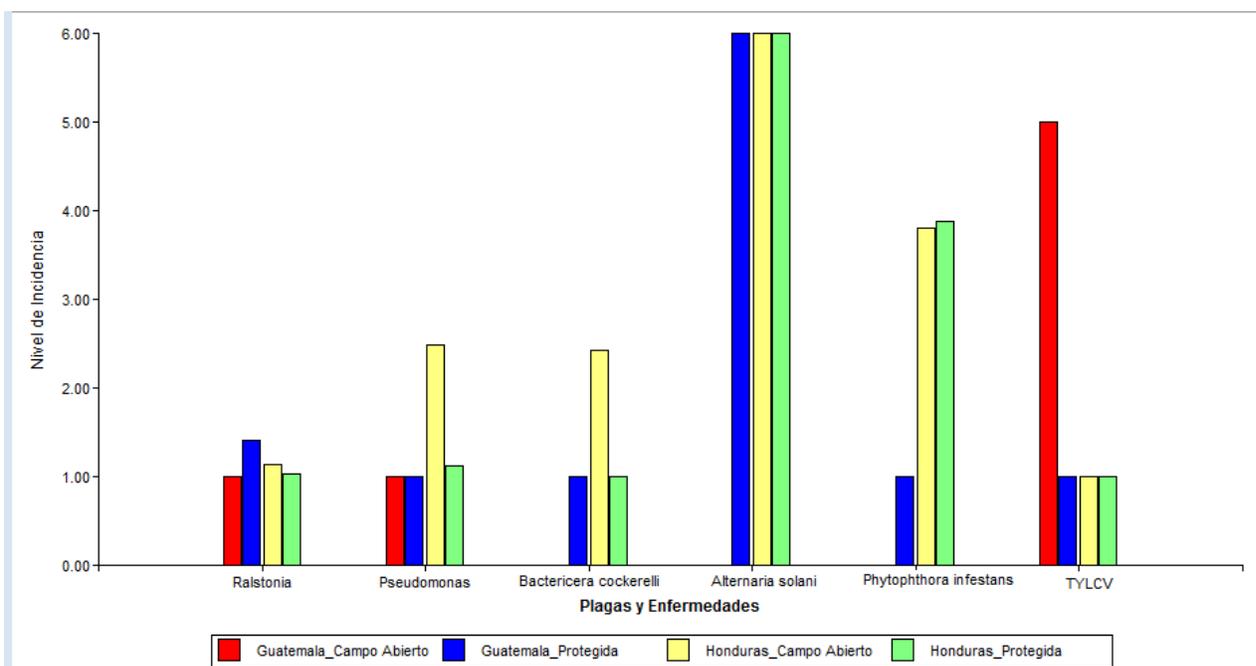
**10.2.1 Campo abierto.** Las parcelas a campo abierto presentaron una mayor presencia de plagas. En Honduras, el cultivo de tomate tuvo ataque de *Ralstonia* a los 14 días después del trasplante (ddt), *Pseudomonas* a los 38 (ddt), tizón tardío a los 97 (ddt), *Bactericera cockerelli* 108 (ddt) y *Alternaria solani*, a los 118 (ddt). Todas estas enfermedades pudieron ser controladas a través de un manejo fitosanitario recomendado por los expertos de USAID; pero hubo mucha pérdida del 20% frutos por ataques de pájaros y roedores nocturnos. En Guatemala, en las parcelas a campo abierto hubo una alta presencia de *Bemisia tabaci* a los 7 ddt infectando a todas las variedades de chile y tomate con TYLCV, a tal grado que no se pudieron recuperar (Figura 2 y 3).

Por otro lado, las parcelas de chile a campo abierto en Honduras presentaron ataque por el picudo (*Anthonomus eugenii*) a los 73 ddt; a pesar de los controles químicos y manuales, no se pudo controlar esta plaga, lo cual causó pérdidas en las cosechas de las 9 variedades, también hubo presencia de mildiu polvoso a los 110 días.

**10.2.2 Ambiente protegido.** El uso de mallas antiáfidos impidió la entrada de insectos vectores como: trips, pulgones, mosca blanca, entre otros a los cultivos. Sin embargo, en las

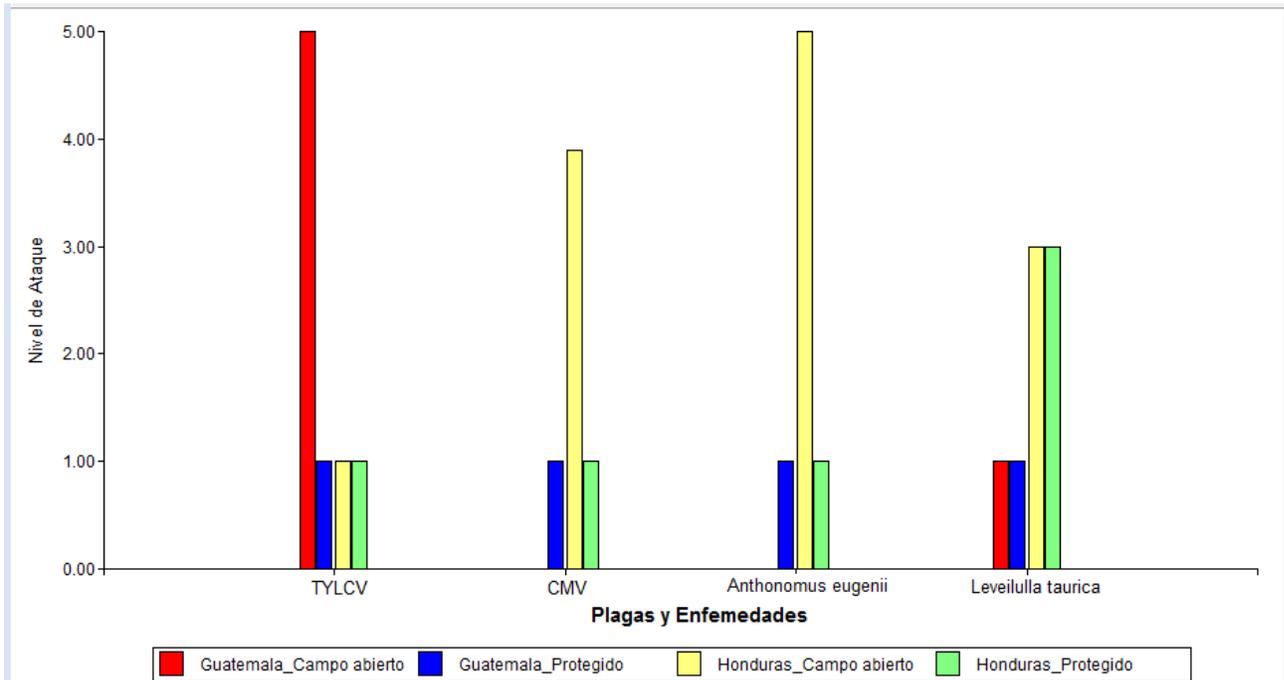
parcelas de tomate en Honduras, se tuvo presencia de algunas enfermedades como: *Phytophthora infestans* a los 97 ddt, *Alternaria solani* 118 ddt y *Ralstonia* 14 ddt; en Guatemala, hubo presencia de *Ralstonia* a los 20 ddt y *Alternaria solani* 118 ddt (Figura 2 y 3), posiblemente causada por la alta humedad relativa que fue de 88% en los macrotúneles, lo que favoreció la proliferación de los patógenos.

En las parcelas de chile en Honduras, se tuvo la presencia de *Laveilulla taurica* a los 110 ddt, provocado por la alta humedad y en Guatemala hubo presencia de *Ralstonia* a los 25 ddt (Figura 2 y 3) como consecuencia de suelos infestados.



**Figura 2. Presencia de plagas y enfermedades en ambiente protegido y campo abierto en el cultivo de *Solanum lycopersicum* en Guatemala y Honduras**

En Honduras, se tuvo mayor presencia de *Pseudomonas*, y *Phytophthora infestans* en las parcelas a campo abierto y en ambiente protegido, como producto de una alta humedad relativa; y la aparición de *Bactericera cockerelli* pudo haberse causado por hospederos cercanos a las parcelas (Figura 2), mientras que en Guatemala hubo una mayor presencia de TYLCV.



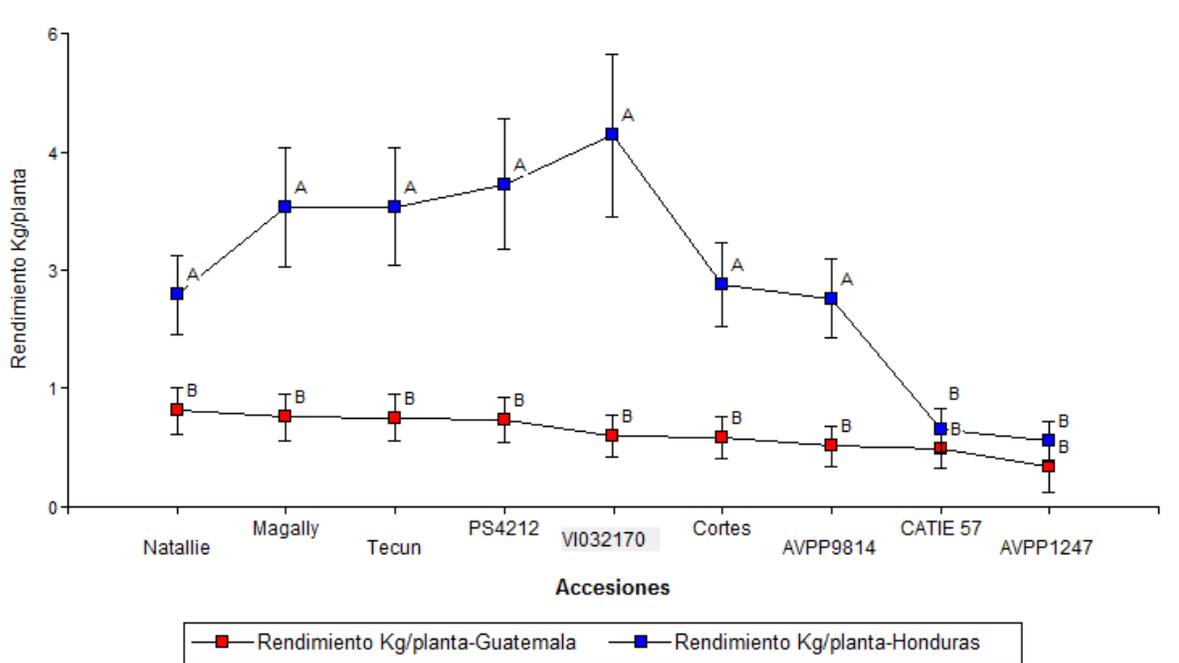
**Figura 3. Nivel de incidencia de las plagas y enfermedades en las parcelas de *Capsicum annuum* en campo abierto y ambiente protegido en Honduras y Guatemala**

En Honduras, a una altura que oscila entre 1400 a 1600 m.s.n.m., hubo mayor presencia de virus del mosaico del pepino (CMV) y del insecto barrenador, picudo (*Anthonomus eugenii*) en campo abierto (Figura 3); mientras que, en las parcelas de Guatemala, se evidenció una fuerte presencia del acolochamiento de la hoja en el tomate, transmitido por la mosca blanca *Bemisia tabaci* que provocó la muerte de todas las plantas. En cuanto a las parcelas bajo ambiente protegido; en Honduras ocurrió una fuerte presencia de mildiu polvoso, no tanto así para las parcelas en ambiente protegido en Guatemala, en las cuales hubo una menor presencia de plagas y enfermedades.

### 10.3 Rendimientos

**Las variedades comerciales de *C. annuum* obtuvieron mejores rendimientos (kg/planta); mientras que las variedades de *S. lycopersicum* del AVRDC obtuvieron mejores rendimientos cuando son cultivadas en zonas altas.**

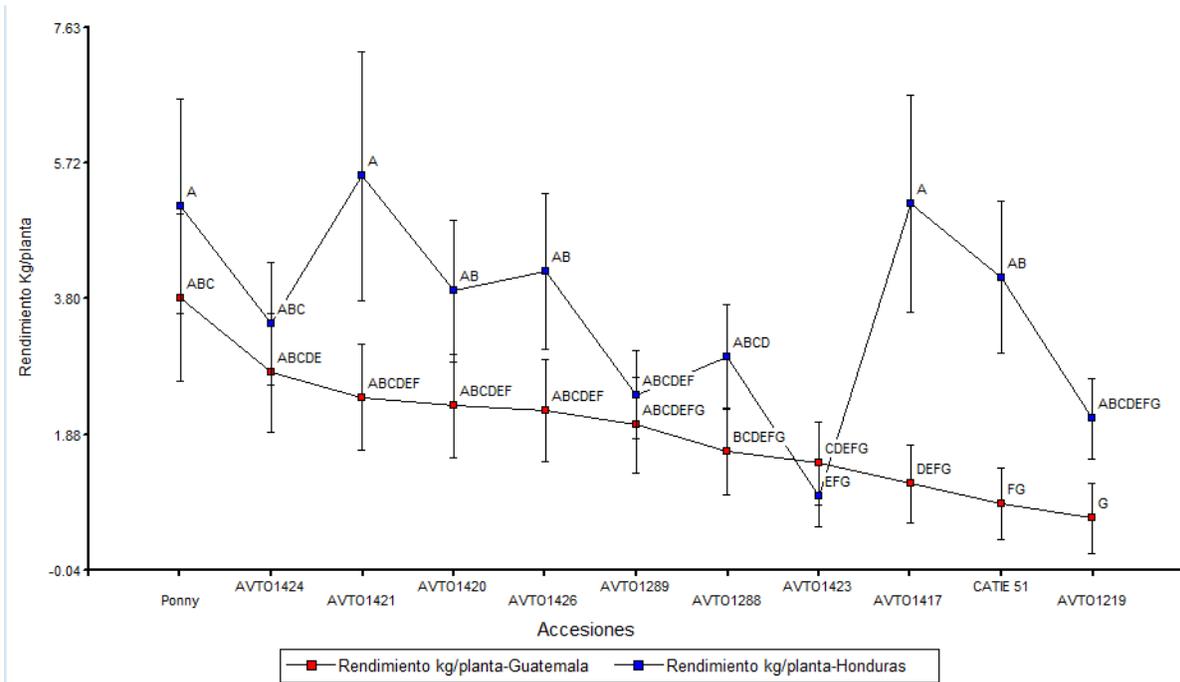
Los resultados en los rendimientos de las 9 variedades de chile y 11 variedades de tomate bajo ambiente protegido mostraron que la altitud tiene una interacción con la producción de las plantas. Los mejores rendimientos se obtuvieron en las altitudes que oscilan entre 1400 a 1600 m.s.n.m. (Figura 4 y 5).



Las variedades con las mismas letras no presentan ninguna diferencia estadística.

**Figura 4. Comparación de los rendimientos entre las 9 variedades de *Capsicum annuum* bajo agricultura protegida en ambos países.**

En la figura 4, se refleja que los mejores rendimientos (kg/planta) se obtuvieron en Honduras. Las variedades Natalie, Magalie, Tecún, VI03270, Cortés y AVPP9814 muestran mejores rendimientos. Sin embargo, los mejores rendimientos se obtienen con la variedad VI032170 que produce en promedio 4.58 kg/planta en altitudes que oscilan entre 1400 a 1600 m.s.n.m. En Guatemala, la variedad con la que se puede obtener mejores rendimientos es con la variedad Natalie con 1.19 kg/planta.

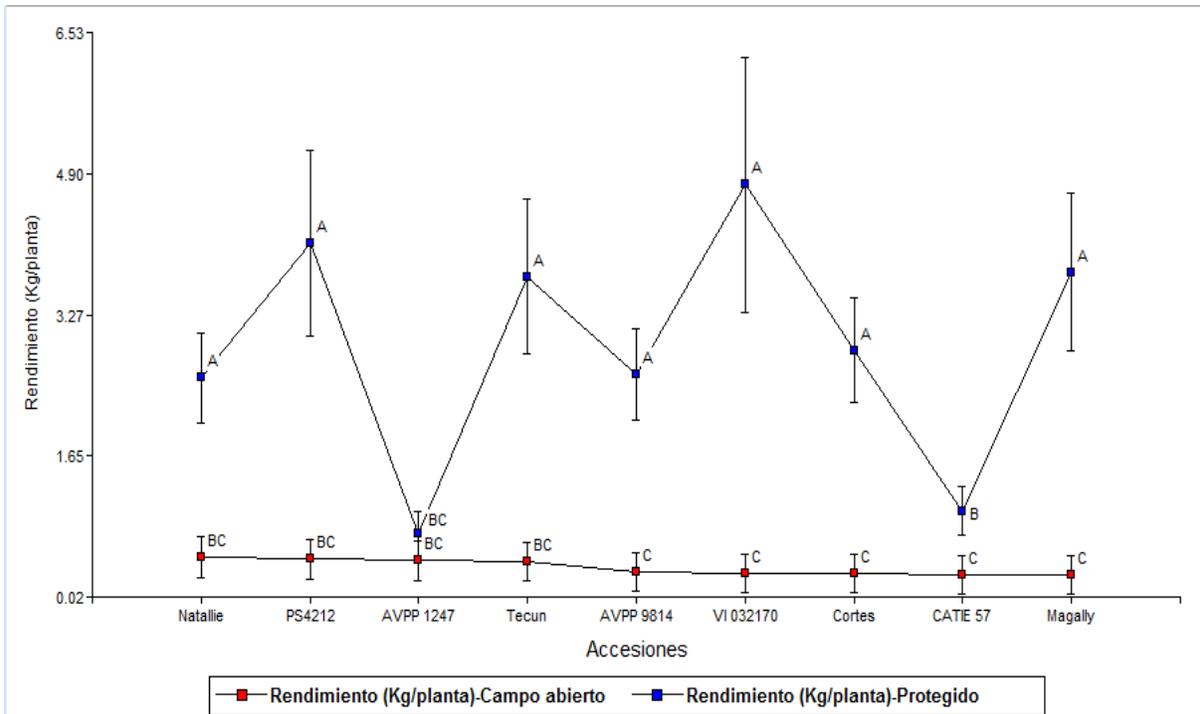


Las variedades con las mismas letras no presentan ninguna diferencia estadística.

**Figura 5. Rendimiento (kg/planta) de las 11 variedades de tomate *Solanum lycopersicum* evaluadas en Honduras y Guatemala.**

Las variedades que presentaron los mejores rendimientos son las AVTO1421 con una producción de 5.53 kg/planta; AVTO1417, 5.1 kg/planta; y Ponny Express, 5.11 kg/planta en Honduras (Figura 5) en altitudes que oscilen entre los 1400 a 1600 m.s.n.m. Estas variedades presentaron una mejor adaptación, las dos primeras son provenientes de AVRDC y tercera es la variedad comercialmente producida a nivel de la Región Trifinio. Lo que demostró que la producción en esta región para las variedades del AVRDC tiene un mayor potencial.

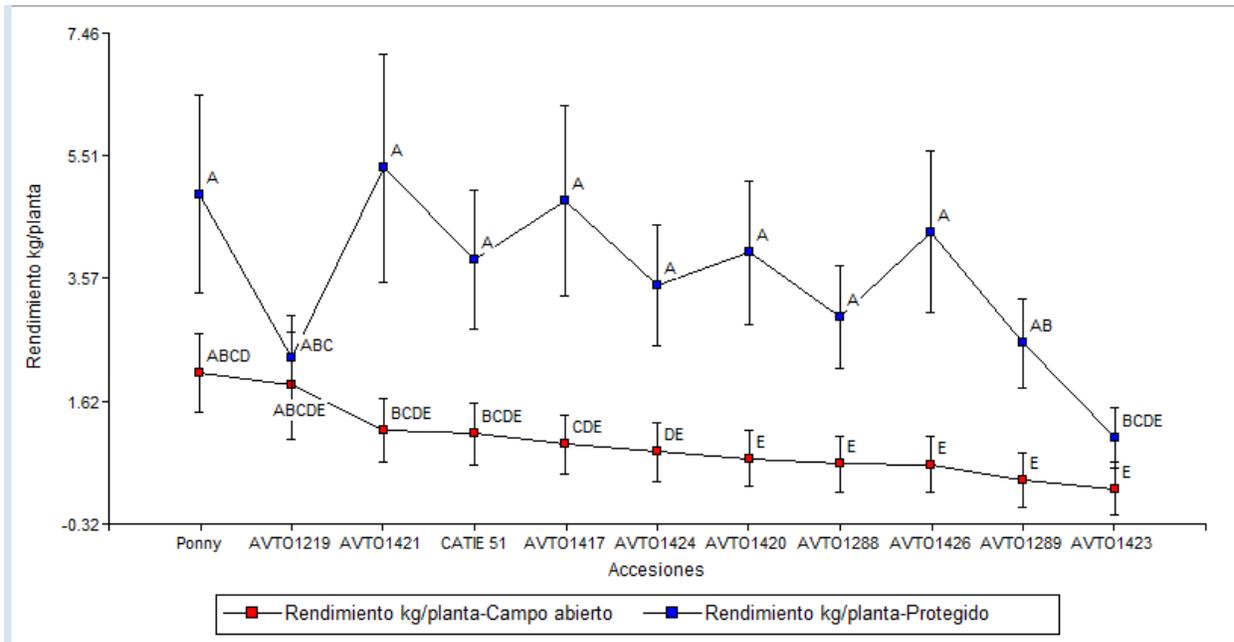
Por otra parte, los rendimientos (kg/planta) para las variedades de chile y tomate también tuvieron una interacción con la condición de producción: campo abierto y ambiente protegido, teniendo como resultado un mayor rendimiento en las parcelas bajo ambiente protegido; debido a que no hubo presencia de plagas y los daños causados por la radiación solar dentro de los macrotúneles fue baja como lo demuestran las Figura 6 y Figura 7 respectivamente.



Las variedades con las mismas letras no presentan ninguna diferencia significativa.

**Figura 6. Comparación de los rendimientos de las 9 variedades de *Capsicum annuum* entre campo abierto y ambiente protegido en Honduras.**

Los mejores rendimientos se obtienen en ambiente protegido; en especial cuando se siembra la variedad VI032170, ya que su rendimiento promedio es de 4.60 (kg/planta), mientras que a campo abierto es de 0.3 kg/planta (Figura 6). Las variedades sembradas en campo abierto presentaron un rendimiento similar, por lo que no se refleja ninguna diferencia significativa, con rendimientos muy parecidos.



Las variedades con las mismas letras no presentan ninguna diferencia significativa.

**Figura 7. Comparación de los rendimientos de las 11 variedades de *Solanum lycopersicum* entre campo abierto y ambiente protegido en Honduras.**

Las variedades de tomate al igual que las variedades de chile presentaron mejores rendimientos bajo condiciones protegidas (Figura 7). Los mejores rendimientos se obtienen con la variedad AVTO1421 con 5.31 kg/planta; sin embargo, esta misma variedad en condiciones de campo abierto solo produjo 1.16 kg/planta. En campo abierto, la variedad con mejores rendimientos es la comercial Ponny con 2.08 kg/planta; sin embargo, en ambiente protegido produce 2.11 kg/planta más.

#### 10.4 Descriptores morfológicos en Chile

##### Existe una interacción entre algunos descriptores morfológicos y de evaluación de *C. annuum* y *S. lycopersicum* y las altitudes medias y altas

Para las 9 variedades de chile, solo se encontraron diferencias significativas en la altura de la planta (Cuadro 5) y superficie del fruto (Anexo1); sin embargo, no se hallaron diferencias significativas en 13 descriptores morfológicos dentro de los cuales se destacan: hábito de crecimiento, color y forma del fruto (Anexo 2). Los descriptores morfológicos referentes a la calidad de los frutos: peso, ancho y largo mostraron diferencias significativas entre las variedades, así como también entre altitudes media y alta. Los resultados muestran con cuáles

variedades y a qué altitudes se obtienen los valores más altos para estas tres características del fruto (Cuadro 6).

**Cuadro 5. Altura de la planta de las 9 variedades de *Capsicum annum* en las que se encontraron diferencias significativas en ambiente protegido**

Variedades	Altura de la planta	
	Honduras	Guatemala
AVPP9814	Intermedia	Baja
VI032170	Intermedia	Baja
AVPP1247	Intermedia	Baja
CATIE57	Intermedia	Intermedia
Natalie	Alta	Intermedia
Magalie	Alta	Intermedia
Tecun	Intermedia	Alta
PS4212	Intermedia	Intermedia
Cortés	Intermedia	Intermedia
p-valor 0.0476		

Para la característica altura de la planta en ambiente protegido, se encontraron diferencias significativas en las 9 variedades de chile en ambas altitudes (Cuadro 5), siendo las variedades provenientes del AVRDC las que presentaron una mejor vigorosidad en Honduras. Las variedades de chile alcanzaron una altura media en ambos países.

**Cuadro 6. Comparación de peso, ancho y longitud de los frutos de las 9 variedades de *Capsicum annum* en ambiente protegido en los países de Honduras y Guatemala.**

Peso			Ancho			Longitud		
Interacción	Medias	E.E.	Interacción	Medias	E.E.	Interacción	Medias	E.E.
Honduras_AVPP1247	288.86 <sup>a</sup>	20.15	Honduras_AVPP1247	9.96 <sup>a</sup>	0.52	Honduras_PS4212	18.24 <sup>a</sup>	1.36
Honduras_Cortés	230.19 <sup>b</sup>	20.15	Honduras_VI032170	7.9 <sup>b</sup>	0.56	Honduras_Tecun	17.04 <sup>a</sup>	1.24
Honduras_VI032170	217.39 <sup>b</sup>	20.15	Honduras_AVPP9814	7.3 <sup>bc</sup>	0.57	Honduras_Cortés	16.98 <sup>a</sup>	1.24
Honduras_PS4212	210.51 <sup>b</sup>	20.15	Honduras_Cortés	7.15 <sup>bcd</sup>	0.57	Honduras_Magalie	16.45 <sup>a</sup>	1.19
Honduras_Magalie	210.51 <sup>b</sup>	20.15	Honduras_Magalie	6.85 <sup>bcd</sup>	0.57	Honduras_Natalie	15.9 <sup>a</sup>	1.14
Honduras_Natalie	195 <sup>b</sup>	20.15	Honduras_Tecun	6.61 <sup>bcde</sup>	0.58	Honduras_AVPP9814	13.02 <sup>b</sup>	0.93
Honduras_AVPP9814	189.56 <sup>b</sup>	20.15	Honduras_Natalie	6.44 <sup>bcdef</sup>	0.58	Honduras_VI032170	10.51 <sup>c</sup>	0.8
Honduras_Tecun	178.24 <sup>bc</sup>	20.15	Honduras_PS4212	6.24 <sup>cdefg</sup>	0.58	Honduras_AVPP1247	9.25 <sup>cd</sup>	0.74
Guatemala_VI032170	136 <sup>cd</sup>	9.69	Guatemala_VI032170	5.56 <sup>cdefgh</sup>	0.6	Guatemala_Natalie	7.66 <sup>de</sup>	0.68
Guatemala_AVPP1247	133.38 <sup>cd</sup>	12.85	Guatemala_Natalie	5.4 <sup>defgh</sup>	0.6	Guatemala_Magalie	7.61 <sup>de</sup>	0.68
Guatemala_AVPP9814	122.5 <sup>d</sup>	9.69	Guatemala_AVPP1247	5.09 <sup>defghi</sup>	0.84	Guatemala_PS4212	7.35 <sup>def</sup>	0.67

Guatemala_CATIE 57	113 <sup>de</sup>	9.69	Guatemala_Magalie	5 <sup>efghi</sup>	0.6	Guatemala_Tecun	7.26 <sup>def</sup>	0.67
Guatemala_Magalie	97.5 <sup>ef</sup>	9.69	Guatemala_Cortés	4.8 <sup>fghi</sup>	0.61	Guatemala_Cortés	7.21 <sup>def</sup>	0.67
Guatemala_Natalie	91.75 <sup>ef</sup>	9.69	Guatemala_PS4212	4.6 <sup>ghi</sup>	0.61	Guatemala_VI032170	7.08 <sup>ef</sup>	0.66
Guatemala_Cortés	89 <sup>ef</sup>	9.69	Honduras_CATIE 57	4.33 <sup>hi</sup>	0.62	Guatemala_AVPP1247	6.57 <sup>ef</sup>	0.79
Guatemala_PS4212	86.75 <sup>f</sup>	9.69	Guatemala_Tecun	4.1 <sup>hi</sup>	0.62	Guatemala_AVPP9814	6.48 <sup>ef</sup>	0.65
Guatemala_Tecun	86 <sup>f</sup>	9.69	Guatemala_AVPP9814	4.05 <sup>hi</sup>	0.62	Honduras_CATIE 57	6.18 <sup>ef</sup>	0.64
Honduras_CATIE 57	28.92 <sup>g</sup>	20.15	Guatemala_CATIE 57	3.21 <sup>i</sup>	0.64	Guatemala_CATIE 57	6.15 <sup>f</sup>	0.64
p valor 0.0001			p valor 0.0004			p valor 0.0001		

Las interacciones con las mismas letras no presentan ninguna diferencia significativa.

Existe una interacción significativa entre la altitud, el peso, el ancho y el largo de los frutos (Cuadro 6) ( $p$ -valor $\leq$ 0.05). Las variedades con los frutos de mejores pesos se obtuvieron en Honduras, posiblemente debido a que estas variedades se adaptaron mejor a esas condiciones, a excepción de la variedad CATIE57. La variedad de mayor peso fue la variedad AVPP1247, accesión proveniente de AVRDC. Las variedades desarrollaron buen grosor cuando son producidas en zonas altas, a excepción de la variedad CATIE57. Por otro lado, se obtuvieron frutos con mayores longitudes con las variedades: PS4212, Tecun, Cortés, Magalie y Natalie, Cabe mencionar que existe una relación directa entre ellas.

### 10.5 Descriptores de evaluación en Chile

El número de días a la madurez presentó diferencias significativas entre países y entre variedades (Cuadro 7). Mientras que el número de flores por inflorescencia y número de días para la floración no tuvieron ninguna diferencia entre altitud ni entre variedad. De la misma manera, el número de días para la floración se mantuvo entre los 65 y 80 días para todas las variedades independientemente de la altitud.

**Cuadro 7. Comparación entre los números de días para alcanzar la madurez de las 9 variedades de *Capsicum annum* evaluadas en Honduras y Guatemala**

Número de días para madurar		
Interacción	Medias	Clasificación
Guatemala_VI032170	115	C
Guatemala_AVPP1247	116	C
Guatemala_Magalie	122	B
Guatemala_Cortés	122	B
Guatemala_Natalie	122	B
Guatemala_PS4212	122	B
Guatemala_Tecun	122	B
Guatemala_AVPP9814	122	B
Guatemala_CATIE 57	135	A
Honduras_Cortés	136	A
Honduras_Magalie	136	A
Honduras_Tecun	136	A
Honduras_AVPP9814	139	A
Honduras_VI032170	139	A

Honduras_Natalie	139	A
Honduras_PS4212	139	A
Honduras_CATIE 57	141	A
Honduras_AVPP1247	146	A

Las variedades con las mismas letras no presentan ninguna diferencia significativa.

Hubo una diferencia de 24 días para la variedad VI032170 cuando se compara por altitud (Cuadro 7). En altitud alta (Honduras) hubo una diferencia de 10 días entre la variedad más rápida para madurar y la más tardía; sin embargo, esta diferencia no es estadísticamente significativa. Caso contrario ocurre en altitud media (Guatemala); en donde sí se mostró una diferencia significativa de 20 días entre las variedades.

### 10.6 Descriptores morfológicos en tomates

Las 11 variedades de tomate mostraron diferencias en 8 de las 21 características morfológicas que se evaluaron; siendo las principales: densidad de la hoja, forma del fruto, variación del tamaño y firmeza del fruto (Anexo 3). Las variedades del AVRDC presentaron un desarrollo foliar más denso en Guatemala (Cuadro 8).

Las 13 características que no presentaron diferencias demuestran que las variedades mantendrán la mayoría de sus características morfológicas independientemente de la altitud en la que sean sembradas (Anexo 4).

El p-valor ( $p \leq 0.05$ ) de la calidad del fruto (peso, longitud y ancho) refleja una interacción significativa entre la altitud y las diferentes variedades (Cuadro 9). Lo que significa que las variedades responden diferente a las diferentes condiciones climáticas en cada uno de los países.

**Cuadro 8. Características morfológicas de interés agronómico en donde hubo diferencias entre las 11 variedades de tomate *Solanum lycopersicum* en altitudes medias y altas.**

Variedades	Densidad hoja		Forma del fruto		Homogeneidad en fruto		Firmeza/fruto	
	Honduras	Guatemala	Honduras	Guatemala	Honduras	Guatemala	Honduras	Guatemala
AVTO1426	Intermedia	Densa	Redondo-alargado	Redondeado	Uniforme	Uniforme	Firme	Suave
AVTO1421	Intermedia	Densa	Redondeado	Redondo-alargado	Uniforme	Uniforme	Media	Media
AVTO1423	Intermedia	Densa	Ligeramente achatado	Redondo-alargado	Poca	Uniforme	Media	Firme
AVTO1420	Intermedia	Escasa	Redondo-alargado	Redondo-alargado	Uniforme	Uniforme	Media	Firme
AVTO1424	Intermedia	Densa	Cordiforme	Redondo-alargado	Uniforme	Uniforme	Firme	Firme
AVTO1417	Intermedia	Intermedia	Ligeramente achatado	Redondeado	Uniforme	Media	Media	Suave
AVTO1288	Intermedia	Escasa	Elipsoide	Elipsoide	Uniforme	Media	Media	Media
AVTO1289	Intermedia	Densa	Elipsoide	Elipsoide	Uniforme	Media	Firme	Media
AVTO1219	Intermedia	Densa	Redondeado	Redondeado	Media	Poca	Firme	Suave

CATIE 51	Intermedia	Densa	Cordiforme	Elipsoide	Poca	Uniforme	Media	Suave
Ponny	Intermedia	Densa	Cilíndrico	Cilíndrico	Uniforme	Uniforme	Firme	Firme

**Cuadro 9. Comparación de peso, ancho y largo de los frutos de las 11 variedades de *Solanum lycopersicum* en ambiente protegido en Honduras y Guatemala.**

Peso ( g )			Ancho ( cm )			Largo ( cm )		
Interacción	Medias	E.E.	Interacción	Medias	E.E.	Interacción	Medias	E.E.
Guatemala_Ponny	134.89 <sup>a</sup>	22.18	Honduras_AVTO1417	6.25 <sup>a</sup>	0.43	Honduras_Ponny	7.17 <sup>a</sup>	0.26
Honduras_AVTO1426	134.22 <sup>ab</sup>	18.19	Honduras_AVTO1426	6.03 <sup>ab</sup>	0.4	Honduras_AVTO1288	6.5 <sup>ab</sup>	0.3
Guatemala_AVTO1426	133.9 <sup>ab</sup>	22.11	Honduras_AVTO1289	5.41 <sup>abc</sup>	0.34	Guatemala_Ponny	6.4 <sup>abc</sup>	0.54
Guatemala_AVTO1424	130.98 <sup>abc</sup>	21.92	Guatemala_AVTO1219	5.2 <sup>abcd</sup>	0.39	Guatemala_AVTO1289	6.1 <sup>bcd</sup>	0.41
Guatemala_AVTO1420	128.1 <sup>abc</sup>	21.74	Honduras_AVTO1421	5.16 <sup>bcd</sup>	0.31	Honduras_AVTO1289	6.07 <sup>bcd</sup>	0.34
Guatemala_AVTO1289	127.46 <sup>abc</sup>	21.7	Honduras_AVTO1420	5.15 <sup>bcd</sup>	0.31	Honduras_AVTO1219	6.05 <sup>bcde</sup>	0.41
Honduras_AVTO1417	125.9 <sup>abc</sup>	17.75	Honduras_Ponny	5.05 <sup>bcd</sup>	0.3	Honduras_AVTO1426	5.77 <sup>bcde</sup>	0.36
Honduras_AVTO1219	124.28 <sup>abc</sup>	19.58	Honduras_AVTO1288	5 <sup>bcd</sup>	0.3	Guatemala_AVTO1417	5.75 <sup>bcdef</sup>	0.44
Guatemala_AVTO1417	121.97 <sup>abc</sup>	21.37	Honduras_AVTO1424	4.99 <sup>bcd</sup>	0.3	Guatemala_AVTO1423	5.75 <sup>bcdef</sup>	0.44
Honduras_Ponny	120.62 <sup>abc</sup>	17.48	Honduras_AVTO1219	4.98 <sup>bcde</sup>	0.36	Honduras_AVTO1420	5.53 <sup>bcdef</sup>	0.38
Honduras_AVTO1288	116.52 <sup>abc</sup>	17.28	Guatemala_AVTO1417	4.9 <sup>cde</sup>	0.36	Honduras_CATIE 51	5.5 <sup>bcdef</sup>	0.38
Guatemala_AVTO1288	115.88 <sup>abcd</sup>	21.01	Honduras_AVTO1423	4.66 <sup>cde</sup>	0.27	Guatemala_AVTO1288	5.5 <sup>bcdef</sup>	0.47
Guatemala_AVTO1421	115.72 <sup>abcd</sup>	21	Guatemala_AVTO1424	4.65 <sup>cde</sup>	0.33	Honduras_AVTO1424	5.37 <sup>cdef</sup>	0.39
Honduras_AVTO1289	107.19 <sup>abcd</sup>	16.86	Guatemala_AVTO1423	4.6 <sup>cde</sup>	0.33	Honduras_AVTO1417	5.33 <sup>cdef</sup>	0.4
Guatemala_AVTO1219	98.31 <sup>abcde</sup>	20.09	Guatemala_AVTO1288	4.6 <sup>cde</sup>	0.33	Guatemala_AVTO1424	5.05 <sup>cdef</sup>	0.52
Guatemala_AVTO1423	90.74 <sup>abcde</sup>	19.73	Guatemala_Ponny	4.6 <sup>cde</sup>	0.33	Guatemala_AVTO1426	5.05 <sup>cdef</sup>	0.52
Honduras_AVTO1421	89.94 <sup>abcde</sup>	16.15	Honduras_CATIE 51	4.58 <sup>cde</sup>	0.26	Guatemala_CATIE 51	5 <sup>cdef</sup>	0.53
Honduras_AVTO1424	89.54 <sup>abcde</sup>	16.14	Guatemala_AVTO1289	4.5 <sup>cde</sup>	0.32	Guatemala_AVTO1420	5 <sup>cdef</sup>	0.53
Guatemala_CATIE 51	86.32 <sup>bcde</sup>	19.54	Guatemala_AVTO1426	4.4 <sup>de</sup>	0.31	Honduras_AVTO1421	4.93 <sup>def</sup>	0.44
Honduras_CATIE 51	76.09 <sup>cde</sup>	15.66	Guatemala_CATIE 51	4.19 <sup>de</sup>	0.41	Honduras_AVTO1423	4.77 <sup>ef</sup>	0.45
Honduras_AVTO1420	67.81 <sup>de</sup>	15.4	Guatemala_AVTO1421	4.1 <sup>e</sup>	0.28	Guatemala_AVTO1421	4.65 <sup>ef</sup>	0.57
Honduras_AVTO1423	56.2 <sup>e</sup>	15.06	Guatemala_AVTO1420	4.1 <sup>e</sup>	0.28	Guatemala_AVTO1219	4.2 <sup>f</sup>	0.63
p valor 0.0008			p valor 0.0409			p valor 0.0023		

Las variedades con las mismas letras no presentan ninguna diferencia significativa

La variedad con frutos de mayor peso fue la variedad Ponny Express, cuando se cultivó a 950 m.s.n.m. (Cuadro 9). La accesión proveniente del AVRDC, AVTO1426 presentó la capacidad de producir frutos de buen peso en ambas altitudes; lo que muestra que esta variedad se adapta en altitudes altas y bajas.

Las variedades que produjeron frutos de buen ancho son: AVTO1417 con 6.25 cm y AVTO1426 con 6.03 cm en Honduras. Los frutos de mayor longitud se obtuvieron con las variedades Ponny Express con 7.17 cm y AVTO1288 con 6.5 cm cultivadas en Honduras.

### 10.7 Descriptores de evaluación para tomate

El número de días a la madurez presentó una interacción significativa entre las variedades y los países (Cuadro 10), en cambio el número de flores por inflorescencia no tuvo ninguna interacción entre las altitudes y las variedades.

En lo que respecta al número de días a la madurez, las 11 variedades de tomate presentaron una floración de 62 a 71 días. En el descriptor: número de flores por inflorescencia, no se presentó ninguna diferencia entre variedad, ni una interacción entre altitud con las variedades; con p-valor de 0.1315. El comportamiento fue casi constante, es decir, no existe ninguna interacción entre las altitudes y estos dos descriptores.

**Cuadro 10. Comparación entre los días a la madurez en 11 variedades de *Solanum lycopersicum* en Honduras y Guatemala.**

Número de días para madurar		
Interacción	Medias	Clasificación
Honduras_CATIE 51	102	C
Guatemala_AVTO1420	105	BC
Guatemala_AVTO1289	105	BC
Guatemala_AVTO1421	105	BC
Honduras_Ponny	105	BC
Guatemala_AVTO1423	106	ABC
Guatemala_AVTO1288	106	ABC
Guatemala_AVTO1424	107	ABC
Guatemala_Ponny	107	ABC
Guatemala_AVTO1219	107	ABC
Guatemala_CATIE 51	107	ABC
Guatemala_AVTO1417	109	ABC
Honduras_AVTO1219	110	ABC
Guatemala_AVTO1426	111	ABC
Honduras_AVTO1424	112	AB
Honduras_AVTO1288	116	AB
Honduras_AVTO1289	116	AB
Honduras_AVTO1421	118	AB
Honduras_AVTO1420	118	AB
Honduras_AVTO1426	120	AB
Honduras_AVTO1417	121	AB
Honduras_AVTO1423	124	A

Las variedades con las mismas letras no presentan ninguna diferencia significativa

AVTO1423 es la variedad que más tardó en alcanzar la madurez cuando es sembrada en zonas altas, con 18 días de diferencia en comparación con la misma variedad sembrada en altitud media. Por el contrario, la variedad Ponny Express solamente tuvo una diferencia de 2 días entre la altitud media y alta. Las variedades que también fueron muy rápidas al madurar son AVTO1421, AVTO1289 y AVTO1420 en condiciones de 950 m.s.n.m., todas estas provenientes de AVRDC. Las variedades en Honduras a una altura de 1650 m.s.n.m. y con temperaturas de 41.35 °C se tardaron 22 días en alcanzar la madurez, en cambio en Guatemala a una altura de 950 m.s.n.m. y con una temperatura media de 40.57 °C el período de madurez fue de 6 días.

### 10.8 Comparación campo abierto versus ambiente protegido

**Se encontraron diferencias significativas en el desempeño y desarrollo en las 9 variedades de *C. annuum* en ambas condiciones de producción: ambiente protegido y campo abierto.**

En cuanto a las 9 variedades de chile, se hallaron diferencias significativas en los descriptores morfológicos cualitativos evaluados en campo abierto y ambiente protegido. Se encontraron diferencias morfológicas en altura de la planta y hábito de crecimiento (Cuadro 11), sin embargo, no hubo diferencias en 9 descriptores cualitativos, lo que significa que la condición de siembra no tiene ningún efecto (Anexo 5).

En los descriptores morfológicos cuantitativos referentes a la calidad del fruto (peso, largo y ancho) el p-valor ( $p \leq 0.05$ ) refleja que existe una interacción entre las condiciones de siembra y la calidad de los frutos. También existen diferencias significativas entre las variedades cuando se siembran a campo abierto y en ambiente protegido (Cuadro 12).

**Cuadro 11. Descriptores morfológicos de interés agronómico en donde se encontraron diferencias significativas entre las 9 variedades de *C. annuum* evaluadas a campo abierto y ambiente protegido en Honduras**

Variedades	Altura de la planta		Hábito de crecimiento	
	Abierto	Protegido	Abierto	Protegido
AVPP9814	Baja	Intermedia	Compacta	Compacta
VI032170	Baja	Intermedia	Compacta	Postrada
AVPP1247	Intermedia	Intermedia	Compacta	Compacta
CATIE 57	Intermedia	Intermedia	Compacta	Compacta

Natalie	Intermedia	Alta	Erecta	Erecta
Magalie	Intermedia	Alta	Erecta	Erecta
Tecun	Intermedia	Alta	Compacta	Erecta
PS4212	Intermedia	Alta	Erecta	Erecta
Cortés	Intermedia	Alta	Erecta	Erecta

**Cuadro 12. Comparación de peso ancho y largo de los frutos de las 9 variedades de *Capsicum annuum* en campo abierto y ambiente protegido en Honduras.**

Peso del fruto			Ancho del fruto			Largo del fruto		
Condición_Cultivo	Medias	E.E.	Condición_Cultivo	Medias	E.E.	Condición_Cultivo	Medias	E.E.
Protegido_AVPP1247	314.2 <sup>a</sup>	47.8	Protegido_AVPP1247	9.95 <sup>a</sup>	0.6	Protegido_PS4212	18.25 <sup>a</sup>	1.34
Campo abierto_AVPP1247	272.74 <sup>ab</sup>	38.96	Campo abierto_AVPP1247	8.75 <sup>ab</sup>	0.6	Protegido_Tecun	17.05 <sup>ab</sup>	1.29
Protegido_Cortés	252.47 <sup>abc</sup>	35.46	Protegido_VI032170	7.9 <sup>bc</sup>	0.6	Protegido_Cortés	17 <sup>ab</sup>	1.28
Protegido_VI032170	236.01 <sup>abcd</sup>	32.84	Campo abierto_VI032170	7.55 <sup>bcd</sup>	0.6	Protegido_Magalie	16.45 <sup>abc</sup>	1.26
Protegido_PS4212	215.03 <sup>abcde</sup>	29.85	Protegido_AVPP9814	7.3 <sup>bcdde</sup>	0.6	Protegido_Natalie	15.9 <sup>abc</sup>	1.24
Protegido_Magalie	215.03 <sup>abcde</sup>	29.85	Protegido_Cortés	7.15 <sup>bcdde</sup>	0.6	Campo abierto_PS4212	13.76 <sup>bcd</sup>	1.15
Protegido_AVPP9814	197.48 <sup>bcde</sup>	27.62	Protegido_Magalie	6.85 <sup>cde</sup>	0.6	Campo abierto_Tecun	13.28 <sup>bcde</sup>	1.6
Protegido_Tecun	186.31 <sup>bcdef</sup>	26.32	Protegido_Tecun	6.6 <sup>cdef</sup>	0.6	Campo abierto_Magalie	13.13 <sup>cde</sup>	1.13
Campo abierto_Magalie	180.51 <sup>bcdef</sup>	25.63	Protegido_Natalie	6.45 <sup>cdef</sup>	0.6	Protegido_AVPP9814	13 <sup>cde</sup>	1.12
Protegido_Natalie	167.8 <sup>cdef</sup>	24.35	Campo abierto_Tecun	6.3 <sup>cdefg</sup>	0.84	Campo abierto_Cortés	11.99 <sup>de</sup>	1.08
Campo abierto_Tecun	158.09 <sup>def</sup>	23.37	Protegido_PS4212	6.25 <sup>cdefg</sup>	0.6	Campo abierto_Natalie	11.31 <sup>def</sup>	1.06
Campo abierto_PS4212	142.24 <sup>efg</sup>	21.95	Campo abierto_PS4212	6.1 <sup>defg</sup>	0.6	Protegido_VI032170	10.5 <sup>def</sup>	1.03
Campo abierto_Cortés	141.07 <sup>efg</sup>	21.85	Campo abierto_Natalie	5.95 <sup>defg</sup>	0.6	Protegido_AVPP1247	9.25 <sup>efg</sup>	0.99
Campo abierto_Natalie	121.11 <sup>fg</sup>	20.29	Campo abierto_AVPP9814	5.75 <sup>efg</sup>	0.6	Campo abierto_AVPP1247	8.36 <sup>fgh</sup>	0.96
Campo abierto_VI032170	118.4 <sup>fg</sup>	20.09	Campo abierto_Magalie	5.65 <sup>efg</sup>	0.6	Campo abierto_AVPP9814	7.43 <sup>gh</sup>	0.93
Campo abierto_AVPP9814	99.26 <sup>g</sup>	18.8	Campo abierto_Cortés	5 <sup>fg</sup>	0.6	Campo abierto_VI032170	6.76 <sup>gh</sup>	0.91
Campo abierto_CATIE 57	34.06 <sup>h</sup>	15.54	Campo abierto_CATIE 57	4.6 <sup>g</sup>	0.6	Protegido_CATIE 57	6.18 <sup>h</sup>	0.89
Protegido_CATIE 57	33.69 <sup>h</sup>	15.54	Protegido_CATIE 57	4.33 <sup>g</sup>	0.6	Campo abierto_CATIE 57	6.14 <sup>h</sup>	0.89
p-valor 0.0001			p valor			p-valor 0.0001		

Las variedades con las mismas letras no presentan ninguna diferencia significativa.

La variedad que produce frutos más pesados y de buen grosor es AVPP1247, independientemente si es producida en ambiente protegido y en campo abierto. Sin embargo, los mejores pesos en los frutos se obtienen bajo ambientes protegido con una diferencia de 41.46 g. También en la variedad VI032170 el grosor de los frutos no se ve afectado por el sistema de producción.

Los frutos con mejores longitudes son producidos por la variedad PS4212 bajo ambiente protegido, seguida de la variedad Tecún que en las mismas condiciones da frutos con buena longitud.

### 10.8.1 Descriptores de evaluación para chile

Solamente se obtuvo una interacción en la condición de siembra y las variedades en el número de días para la madurez  $p \leq 0.05$  (Cuadro 13). Para los descriptores número de días para la floración y número de flores por axila, no hubo diferencias significativas debido a que tuvieron un comportamiento homogéneo; refiriéndose al número de flores por axila, los valores se comportaban casi como una constante, los valores oscilaban entre 70 y 76 días para todas las variedades independientemente de la condición en la que fueron sembradas.

**Cuadro 13. Comparación en el número de días para la madurez de 9 variedades de *Capsicum annum* en campo abierto y ambiente protegido en Honduras**

Condición_Cultivo	Medias	Clasificación
Campo abierto_AVPP9814	135	D
Campo abierto_VI032170	135	D
Campo abierto_Magalie	135	D
Campo abierto_Cortés	135	D
Campo abierto_CATIE 57	135	CD
Campo abierto_Natalie	135	BCD
Protegido_Magalie	138	ABCD
Campo abierto_Tecun	138	ABCD
Protegido_Tecun	138	ABCD
Protegido_Cortés	138	ABCD
Protegido_Natalie	138	ABC
Protegido_CATIE 57	138	AB
Campo abierto_PS4212	138	AB
Campo abierto_AVPP1247	140	A
Protegido_VI032170	142	A
Protegido_AVPP9814	142	A
Protegido_PS4212	143	A
Protegido_AVPP1247	143	A

Las variedades con las mismas letras no presentan ninguna diferencia significativa

Las variedades fueron más tardías en alcanzar la madurez cuando se sembraron bajo ambiente protegido; existe una diferencia de 9 días entre la variedad que toma más tiempo para madurar y los frutos, AVPP1247 en ambiente protegido y la variedad que madura más rápido, AVPP9814 cuando es sembrada a campo abierto; esta misma tarda 8 días más para madurar cuando es sembrada en ambiente protegido. En ambas condiciones, las variedades alcanzan su madurez en 5 días.

**Se encontraron diferencias significativas entre las 11 variedades de *S. lycopersicum* como en las condiciones de producción: campo abierto y ambiente protegido en Honduras.**

Las 11 variedades de tomate tuvieron una interacción con las condiciones de siembra, se identificaron 10 descriptores que demuestran diferencia significativa en variación del tamaño, forma de la fruta, agrietado concéntrico y firmeza y almacenamiento (Cuadro 14) y (Anexo 6). También se identificaron 13 descriptores que no mostraron tener ninguna diferencia significativa entre las variedades ni en la condición de siembra (Anexo 7).

Por otra parte, la calidad del fruto (ancho, peso y largo) refleja interacción estadísticamente significativa ( $p\text{-valor} \leq 0.05$ ) entre las variedades y la condición de siembra campo abierto y ambiente protegido (Cuadro 16).

**Cuadro 14. Descriptores morfológicos en donde se encontraron diferencias significativas entre las 11 variedades de *Solanum lycopersicum* entre ambiente protegido y campo abierto en Honduras**

Variedades Tomate	Variación tamaño		Forma de la fruta		Agrietado concéntrico		Firmeza/almacenamiento	
	Abierto	Protegido	Abierto	Protegido	Abierto	Protegido	Abierto	Protegido
AVTO1426	Uniforme	Uniforme	Redondeado	Redondeado	Ligero	Ligero	Débil	Débil
AVTO1421	Poca	Uniforme	Redondo-alargado	Redondo-alargado	Ligero	Ligero	Débil	Débil
AVTO1423	Uniforme	Poca	Ligeramente achatado	Ligeramente achatado	Ligero	Ligero	Débil	Débil
AVTO1420	Uniforme	Uniforme	Redondo-alargado	Redondo-alargado	Ligero	Ligero	Débil	Débil
AVTO1424	Uniforme	Uniforme	Cordiforme	Cordiforme	Ligero	Ligero	Débil	Débil
AVTO1417	Uniforme	Uniforme	Ligeramente achatado	Ligeramente achatado	Ligero	Ligero	Intermedia	Intermedia
AVTO1288	Uniforme	Uniforme	Elipsoide	Elipsoide	No	No	Intermedia	Intermedia
AVTO1289	Uniforme	Uniforme	Elipsoide	Elipsoide	No	No	Intermedia	Intermedia
AVTO1219	Uniforme	Poca	Redondeado	Redondeado	No	No	Intermedia	Intermedia
CATIE 51	Uniforme	Poca	Cordiforme	Cordiforme	No	No	Débil	Débil
Ponny	Uniforme	Uniforme	Cilíndrico	Cilíndrico	No	No	Firme	Firme

Se encontraron diferencias significativas entre las 11 variedades de tomate (Cuadro 15); sin embargo, no existe diferencias entre ambas condiciones, las características se mantienen para las variedades a excepción de la característica variación del tamaño, en donde sí hubo tanto a nivel de las variedades como en las diferentes condiciones de producción. Se puede observar que la mayoría de las variedades provenientes del AVRDC presenta agrietados concéntricos ligeros, lo que significa que son variedades muy sensibles a los cambios bruscos en las temperaturas y humedad relativa excesiva; de igual manera más del 50% de las variedades del AVRDC tuvieron una débil consistencia durante el almacenamiento, que no lo hace muy atractivo para la producción.

**Cuadro 15. Comparación de peso ancho y largo de los frutos de las 11 variedades de *Solanum lycopersicum* en campo abierto y ambiente protegido en Honduras.**

Acho del fruto			Peso del fruto			Longitud del fruto		
Condición_Cultivo	Medias	E.E.	Condición_Cultivo	Medias	E.E.	Condición_Cultivo	Medias	E.E.
Protegido_AVTO1417	6.24 <sup>a</sup>	0.36	Protegido_AVTO1426	135.43 <sup>a</sup>	17.95	Protegido_Ponny	7.17 <sup>a</sup>	0.32
Protegido_AVTO1426	6.05 <sup>ab</sup>	0.35	Protegido_AVTO1417	125.13 <sup>ab</sup>	16.11	Protegido_AVTO1288	6.5 <sup>ab</sup>	0.33
Campo abierto_AVTO1421	5.71 <sup>ab</sup>	0.34	Protegido_Ponny	120.83 <sup>ab</sup>	15.39	Campo abierto_Ponny	6.4 <sup>abc</sup>	0.33
Protegido_AVTO1289	5.4 <sup>abc</sup>	0.33	Protegido_AVTO1219	118.35 <sup>abc</sup>	18.37	Protegido_AVTO1289	6.07 <sup>bcd</sup>	0.34
Campo abierto_AVTO1417	5.4 <sup>abc</sup>	0.33	Protegido_AVTO1288	116.3 <sup>abc</sup>	14.68	Protegido_AVTO1219	6.05 <sup>bcd</sup>	0.42
Protegido_AVTO1421	5.14 <sup>bcd</sup>	0.33	Campo abierto_AVTO1417	110.34 <sup>abcd</sup>	13.79	Protegido_AVTO1426	5.77 <sup>bcd</sup>	0.35
Protegido_AVTO1420	5.14 <sup>bcd</sup>	0.33	Protegido_AVTO1289	106.83 <sup>abcde</sup>	13.29	Campo abierto_CATIE 51	5.6 <sup>bcd</sup>	0.35
Campo abierto_AVTO1426	5.06 <sup>bcd</sup>	0.32	Campo abierto_Ponny	101.05 <sup>abcde</sup>	12.5	Protegido_AVTO1420	5.53 <sup>bcd</sup>	0.35
Protegido_Ponny	5.06 <sup>bcd</sup>	0.32	Protegido_AVTO1424	90.27 <sup>bcd</sup>	11.16	Protegido_CATIE 51	5.5 <sup>cde</sup>	0.35
Protegido_AVTO1219	5.03 <sup>bcd</sup>	0.39	Protegido_AVTO1421	89.13 <sup>bcd</sup>	11.03	Protegido_AVTO1424	5.37 <sup>def</sup>	0.36
Protegido_AVTO1288	5 <sup>bcd</sup>	0.32	Campo abierto_AVTO1421	88.46 <sup>bcd</sup>	10.95	Protegido_AVTO1417	5.33 <sup>def</sup>	0.36
Protegido_AVTO1424	5 <sup>bcd</sup>	0.32	Campo abierto_AVTO1289	80.47 <sup>cde</sup>	10.07	Protegido_AVTO1421	4.93 <sup>def</sup>	0.37
Campo abierto_AVTO1219	4.87 <sup>bcd</sup>	0.55	Campo abierto_CATIE 51	77.13 <sup>cde</sup>	9.72	Campo abierto_AVTO1421	4.93 <sup>def</sup>	0.37
Campo abierto_Ponny	4.74 <sup>cde</sup>	0.31	Campo abierto_AVTO1426	76.35 <sup>def</sup>	9.64	Campo abierto_AVTO1288	4.87 <sup>def</sup>	0.37
Protegido_AVTO1423	4.67 <sup>cde</sup>	0.31	Protegido_CATIE 51	76.24 <sup>efg</sup>	9.63	Campo abierto_AVTO1426	4.8 <sup>def</sup>	0.37
Campo abierto_AVTO1420	4.63 <sup>cde</sup>	0.31	Campo abierto_AVTO1424	75.8 <sup>efg</sup>	9.59	Campo abierto_AVTO1417	4.8 <sup>def</sup>	0.37
Protegido_CATIE 51	4.59 <sup>cde</sup>	0.31	Protegido_AVTO1420	68.47 <sup>efg</sup>	8.88	Campo abierto_AVTO1219	4.8 <sup>def</sup>	0.65
Campo abierto_AVTO1424	4.56 <sup>cde</sup>	0.31	Campo abierto_AVTO1219	68.03 <sup>efg</sup>	15.31	Campo abierto_AVTO1424	4.77 <sup>ef</sup>	0.37
Campo abierto_AVTO1423	4.43 <sup>de</sup>	0.31	Campo abierto_AVTO1288	64.47 <sup>fg</sup>	8.51	Protegido_AVTO1423	4.77 <sup>ef</sup>	0.37
Campo abierto_CATIE 51	4.37 <sup>de</sup>	0.3	Campo abierto_AVTO1423	59.2 <sup>g</sup>	8.05	Campo abierto_AVTO1289	4.73 <sup>ef</sup>	0.37
Campo abierto_AVTO1288	3.9 <sup>e</sup>	0.29	Campo abierto_AVTO1420	58.96 <sup>g</sup>	8.03	Campo abierto_AVTO1423	4.63 <sup>f</sup>	0.38
Campo abierto_AVTO1289	3.8 <sup>e</sup>	0.29	Protegido_AVTO1423	56 <sup>g</sup>	7.79	Campo abierto_AVTO1420	4.57 <sup>f</sup>	0.38
p valor 0.0003			p valor 0.0002			p valor 0.0001		

Las variedades con las mismas letras no presentan ninguna diferencia significativa.

Se pueden obtener frutos de buen grosor tanto en campo abierto como en ambiente protegido, dependiendo de las variedades que se utilice. En el caso de la variedad AVTO1417, puede producir frutos de buen grosor tanto a campo abierto como en ambiente protegido; pero los

mayores valores se obtienen bajo ambiente protegido con una diferencia de 0.84 cm. En lo que respecta al largo del fruto refleja que la variedad Ponny Express produce buena longitud tanto a campo abierto como en ambiente protegido, contrario a la variedad AVTO1288, que presenta 1.63 cm de diferencia entre ambiente protegido y campo abierto; ya que la característica principal de los frutos de esta variedad es tener una forma cilíndrica.

### 10.8.2 Descriptores de evaluación para el tomate

En lo que respecta al número de días a la madurez y el número de flores por inflorescencia, se presentó una interacción entre la condición de cultivo y las variedades tomate (p-valor  $\leq 0.05$ ) (Cuadro 16). La variedad que producen más flores es AVTO1424 independientemente de la condición de siembra, desarrollando de 7 a 6 flores por racimo.

**Cuadro 16. Comparación en el número de flores por inflorescencia y número de días a la madurez de las 11 variedades de *Solanum lycopersicum* en campo abierto y ambiente protegido en Honduras.**

Número de flores por inflorescencia			Días a la madurez		
Condición_Cultivo	Medias	E.E.	Condición_Cultivo	Medias	E.E.
Campo abierto_AVTO1424	7 <sup>a</sup>	0.15	Campo abierto_CATIE 51	97	F
Protegido_AVTO1424	6.33 <sup>b</sup>	0.2	Campo abierto_Ponny	102	EF
Campo abierto_AVTO1417	6 <sup>bc</sup>	0.23	Protegido_CATIE 51	102	EF
Campo abierto_Ponny	6 <sup>bc</sup>	0.23	Protegido_Ponny	105	DEF
Protegido_CATIE 51	5.67 <sup>bcd</sup>	0.27	Campo abierto_AVTO1219	106	CDEF
Campo abierto_AVTO1420	5.67 <sup>bcd</sup>	0.27	Campo abierto_AVTO1424	107	CDE
Protegido_Ponny	5.33 <sup>cde</sup>	0.31	Campo abierto_AVTO1288	107	CDE
Protegido_AVTO1417	5.33 <sup>cde</sup>	0.31	Campo abierto_AVTO1420	107	CDE
Campo abierto_AVTO1219	5 <sup>cde</sup>	0.63	Campo abierto_AVTO1426	108	CDE
Protegido_AVTO1420	5 <sup>cde</sup>	0.36	Protegido_AVTO1219	110	CDE
Campo abierto_CATIE 51	5 <sup>cde</sup>	0.36	Campo abierto_AVTO1289	110	CDE
Campo abierto_AVTO1421	5 <sup>cde</sup>	0.36	Campo abierto_AVTO1421	110	CDE
Protegido_AVTO1219	5 <sup>cde</sup>	0.44	Protegido_AVTO1424	112	BCD
Protegido_AVTO1421	4.67 <sup>de</sup>	0.42	Protegido_AVTO1288	116	ABC
Protegido_AVTO1423	4.67 <sup>de</sup>	0.42	Protegido_AVTO1289	116	ABC
Protegido_AVTO1289	4.67 <sup>de</sup>	0.42	Campo abierto_AVTO1417	116	ABC
Protegido_AVTO1426	4.67 <sup>de</sup>	0.42	Campo abierto_AVTO1423	117	ABC
Campo abierto_AVTO1288	4.67 <sup>de</sup>	0.42	Protegido_AVTO1421	118	ABC
Campo abierto_AVTO1289	4.67 <sup>de</sup>	0.42	Protegido_AVTO1420	118	ABC
Campo abierto_AVTO1423	4.67 <sup>de</sup>	0.42	Protegido_AVTO1426	120	AB
Campo abierto_AVTO1426	4.33 <sup>e</sup>	0.48	Protegido_AVTO1417	121	A
Protegido_AVTO1288	4.33 <sup>e</sup>	0.48	Protegido_AVTO1423	124	A
p valor 0.0001			p valor 0.0001		

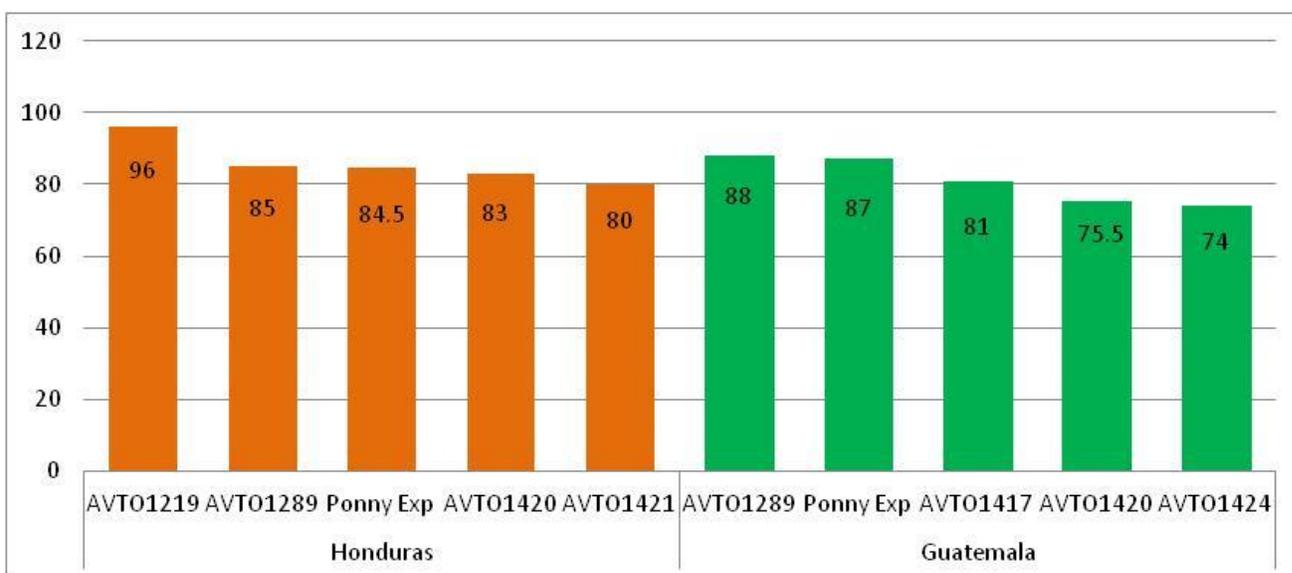
Las variedades con las mismas letras, no presentan ninguna diferencia significativa.

## 10.9 Preferencia por productores

**Las variedades de tomate AVTO1417, AVTO1219, AVTO1420, AVTO1421, AVTO1424 y AVTO1289; y la variedad de chile AVPP1247, provenientes del AVRDC están dentro de las preferidas por los productores.**

Como parte complementaria a la caracterización morfológica se llevó a cabo una evaluación participativa con un grupo de 16 personas representado por productores, técnicos agrícolas, amas de casa e intermediarios. La evaluación participativa tuvo como objetivo identificar las accesiones con mejores características para la producción del mercado y consumo en el hogar. Esta actividad se realizó para las 11 variedades de *Solanum lycopersicum* y 9 variedades de *Capsicum annuum* en Honduras y en Guatemala.

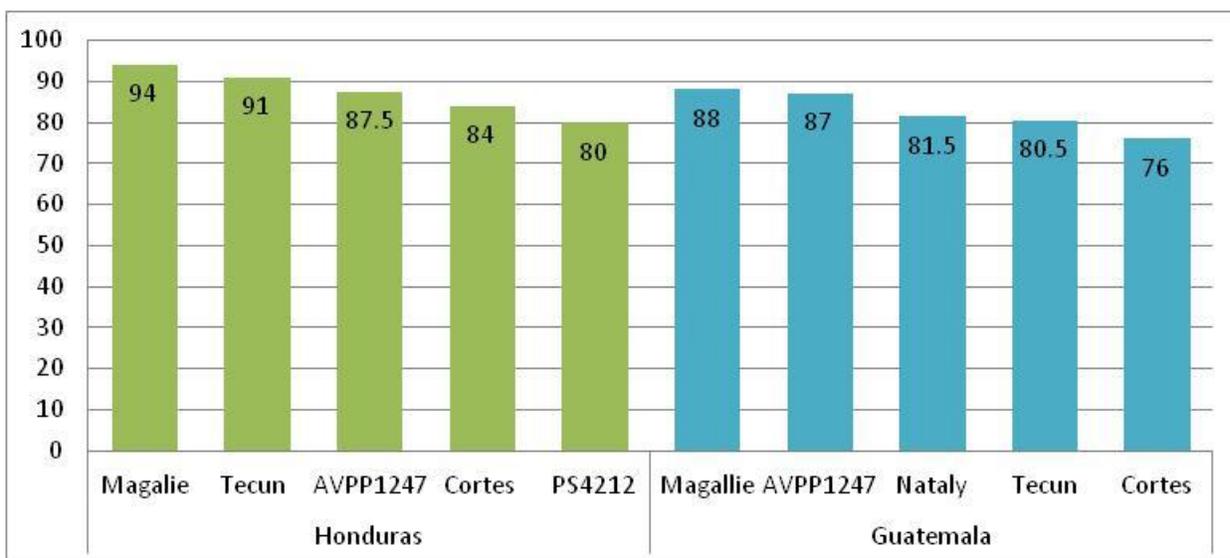
Los participantes realizaron un recorrido en las parcelas, en donde calificaron las 8 principales características de interés agronómico de la planta: tamaño de la hoja, productividad, vigorosidad, altura de la planta, resistencia a plagas y enfermedades, tamaño y forma de la fruta por accesión. Otorgando un puntaje de 1 a 12; tomando 1 como la nota más baja y 12 la nota más alta (Figura 8 y Figura 9).



**Figura 8. Preferencia de los productores a las variedades de tomate (*Solanum lycopersicum*) en Honduras y Guatemala**

Las tres principales variedades con mejor calificación por parte de los productores en Honduras fueron: AVTO1219 con un 96, AVTO1289 con un 85 y finalmente la Ponny con un 84 (Figura 10). Las dos primeras variedades provienen del AVRDC. Por otro lado, en

Guatemala, las tres principales variedades con mejor calificación fueron: AVTO1289, Ponny Express y AVTO1417, en donde la primera y tercera pertenecen al AVRDC. En ambos países, las variedades provenientes del AVRDC fue mejor evaluado en comparación con la variedad comercial.



**Figura 9. Preferencia de los productores a las variedades de chile (*Capsicum annuum*) en Honduras y Guatemala.**

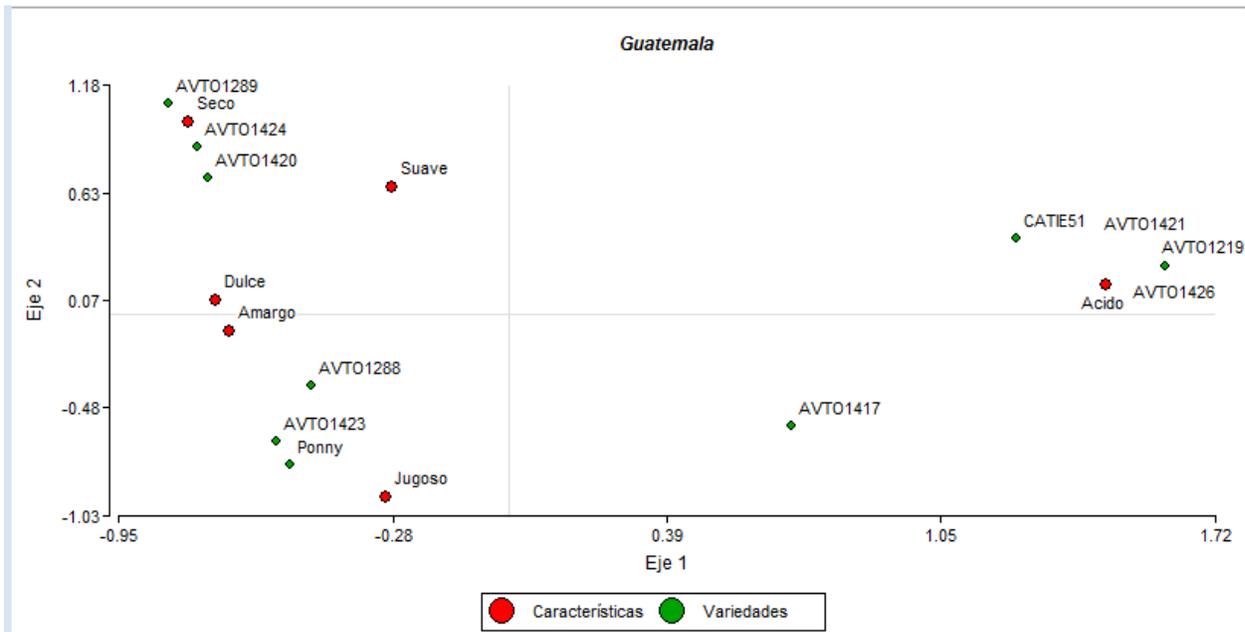
Las tres principales variedades preferidas por los participantes en Honduras fue Magalie con un puntaje de 94, seguida de la variedad Tecun con 91 y finalmente la variedad AVPP1247 con 87.5. En Guatemala las mejores variedades fueron Magalie con 88, AVPP1247 con 87 y Natalie con 81.5. En ambos países las variedades comerciales recibieron mejor calificación que las variedades provenientes del AVRDC, a excepción de AVPP1247, que fue una de las mejores para los productores en ambos países.

Luego de la evaluación morfológica, se prosiguió con la evaluación sensorial de las 11 variedades de tomate y 9 variedades de chile. En donde cada participante evaluó las características más predominantes en el sabor de cada variedad. Cada participante generó una lista de los sabores y las características que utilizó para realizar la evaluación sensorial (Figura 10), (Figura 11), (Figura 12) y (Figura 13).



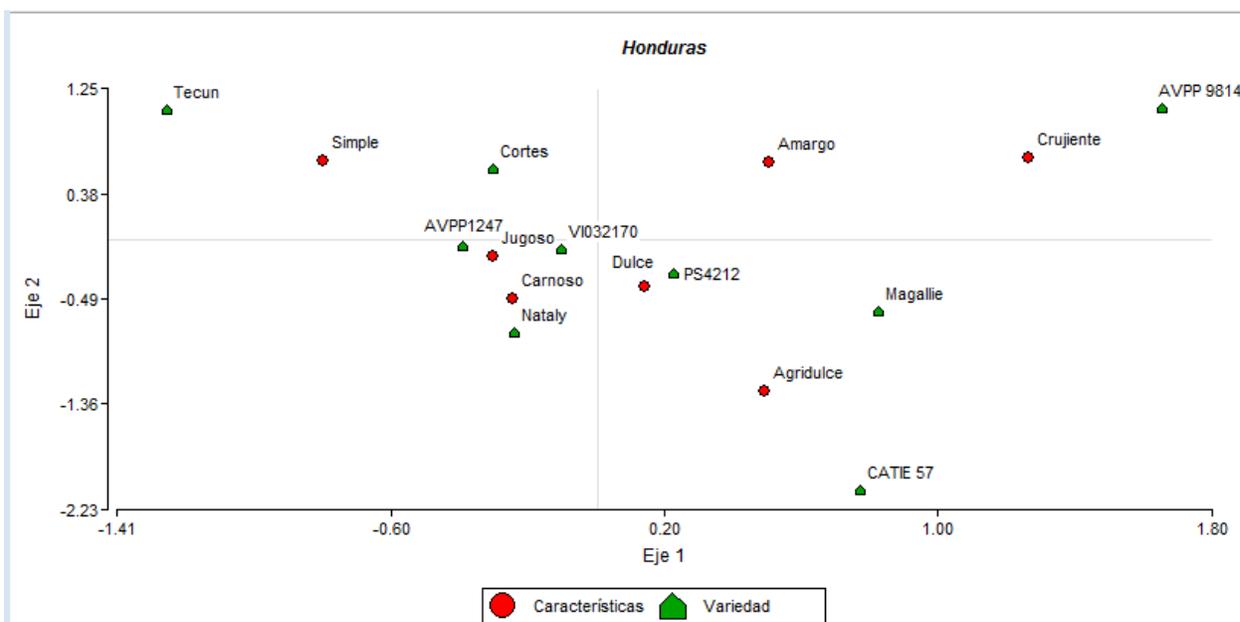
**Figura 10. Resultado de la evaluación sensorial de los frutos de *Solanum lycopersicum* realizada por los productores en Honduras**

Se puede observar que los participantes en Honduras asociaron a las variedades AVTO1420, AVTO1421 y CATIE51 a la característica jugoso (Figura 10), lo que refleja el alto potencial que estas variedades presentan para poder ser consumidas en ensaladas, mientras que las variedades AVTO1426 y AVTO1417 fueron ligadas con el sabor ácido, mostrando de esta manera su potencial para ser usadas en salsas. La mayoría de las variedades de tomate fue calificada como jugosa y carnosa.



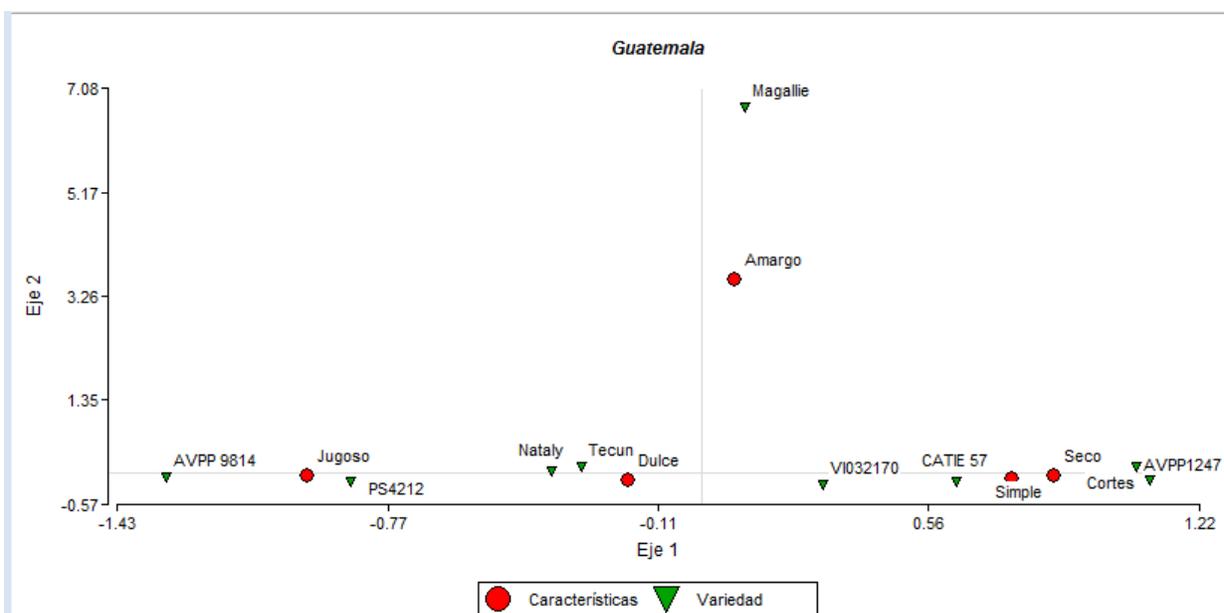
**Figura 11. Resultado de la evaluación sensorial de los frutos de *Solanum lycopersicum* realizada por los productores en Guatemala**

En Guatemala, las variedades AVTO1420, AVTO1424 y AVTO1289 estuvieron asociadas a frutos secos (Figura11), mientras que las variedades Ponny y AVTO1423 fueron relacionadas con ser jugosas, donde nuevamente se refleja el potencial para el consumo fresco del fruto. Por otra parte, las variedades CATIE51, AVTO1421, AVTO1219 y AVTO1426 estuvieron más ligadas con un sabor ácido, mostrando su potencial para ser utilizadas en la elaboración de salsas.



**Figura 12. Resultados de la evaluación sensorial de los frutos de *Capsicum annum* realizada por los productores en Honduras.**

En Honduras, la mayoría de los frutos de las variedades de chile estuvieron asociados a las características: jugoso, carnoso y dulce; (Figura 12) en donde las variedades AVPP1247, VI032170, PS4212 y Natalie tuvieron una fuerte vinculación, ubicándolas como variedades para ser utilizadas en ensaladas y como condimento.



**Figura 13. Resultados de la evaluación sensorial de los frutos de *Capsicum annuum* realizada por los productores en Guatemala**

Los frutos de chile en Guatemala tuvieron una asociación muy homogénea entre las diferentes características de sabor (Figura 13); sin embargo, la mayoría de frutos fueron asociados con seco, simples, dulces y jugosos. Las variedades AVPP9814 y PS4212 reflejan un alto potencial para ser consumidas en ensaladas, mientras que AVPP1247 y Cortés podrían ser utilizadas como condimento.

**10.10 Exploración o apreciación de mercado**

Los resultados de la exploración realizada a 50 consumidores para el tomate, en las centrales de abastos de Honduras y Guatemala mostraron diferencias entre las preferencias de los consumidores en cada país en el momento de realizar la compra en los siguientes aspectos: forma, color, firmeza, uso y sabor. En Guatemala, el 94% de los encuestados prefieren el tomate de color rojo, en cuanto a la forma del fruto 28% los prefieren elipsoide, el 42% de los encuestados compra tomate con firmeza intermedia y el 56% prefiere el sabor dulce y el uso más común es como condimento, reflejado por el 46% (Cuadro 17). En Honduras, el 60% de los encuestados prefieren el tomate pintón, la forma preferida por el 36% es cilíndrica y el 86% busca tomates de dura firmeza, en cuanto al sabor, el 58% de los encuestados los prefiere ácidos y el 80% utiliza los tomates en ensaladas.

Por el contrario, en las 50 encuestas realizadas a los consumidores de Honduras y Guatemala sobre la compra de chiles, los resultados reflejaron que los compradores buscan casi las mismas características en el momento de la compra de chile en ambos países, solamente difieren en la firmeza y uso (Cuadro 18). Los resultados demostraron que en Guatemala el 40% de los encuestados prefiere chile de suave firmeza y el 82% utiliza el chile como condimento, a diferencia de Honduras en donde el 90% de los encuestados prefiere chiles de consistencia dura y el 72% lo consume en ensaladas.

**Cuadro 17. Comparación entre aspectos de consumo de *Solanum lycopersicum* en Honduras y Guatemala.**

País	Variables						
	Color preferido	Forma preferida	Tamaño	Firmeza	Textura	Sabor	Uso
Guatemala	Rojo	Elipsoide	Grande	Intermedia	Lisa	Dulce	Condimento
Honduras	Pintón	Cilíndrico	Grande	Dura	Lisa	Ácido	Ensaladas

**Cuadro 18. Comparación entre aspectos de consumo de *Capsicum annuum* en Honduras y Guatemala**

País	Variables				
	Color preferido	Forma preferida	Tamaño	Firmeza	Uso
Guatemala	Verde	Bloque	Grande	Suave	Condimento
Honduras	Verde	Bloque	Grande	Duro	Ensaladas

## 11. DISCUSIÓN

Las parcelas establecidas en campo abierto en el municipio de Sinuapa, Honduras, permitieron el desarrollo de los materiales de chile y tomate; posiblemente, debido a que las favorables condiciones de altitud desfavorecieron a las poblaciones de *Bemisia tabaci* tal como lo menciona Morales *et al.* (2006) quien afirma que la mosca blanca se adapta mejor en regiones con altitudes menores a 1000 m.s.n.m. Sin embargo, no creó condiciones perjudiciales para las poblaciones de los áfidos ni para *Anthonomus eugenii*, para la cual los autores Garza (2001), Gastélum-Luque *et al.* (2011) y Monrroy (2012) la describen como la más peligrosa y dañina plaga, ya que una infestación temprana y severa puede causar del 50 al 100% de pérdida en los frutos y cultivo.

En Guatemala, la alta incidencia de *Bemisia tabaci* transmisora del *Tomato Yellow Leaf Curl Virus* (TYLCV) en las parcelas a campo abierto no permitieron el desarrollo de los materiales de chile y tomate (Figura 2). Probablemente, las condiciones ambientales y la presencia de plantaciones viejas de tomate dentro de las fincas favorecieron al rápido crecimiento de la población de *Bemisia tabaci* dentro de las fincas, lo que ocasionó una rápida propagación del virus en las parcelas. Lo cual coincide con lo mencionado por Morales *et al.* (2006), quienes determinan que los cultivos hospedantes son la fuente más importante de mosca blanca; ya que la biomasa del cultivo constituye una fuente de alimentación y propagación.

En ambiente protegido, se tuvo presencia de *Alternaria solani* en ambos países (Figura 2). En cuanto a la presencia de *Ralstonia*, se encontró en ambos países, sin embargo, el ataque fue más notorio en condiciones de ambiente protegido en Guatemala, posiblemente debido a que estos suelos son destinados para la producción de chiles y tomates; y como lo mencionan Naranjo-Feliciano y Martínez-Zubiaur (2013), la bacteria es capaz de soportar un período de

cuatro años con la capacidad de producir marchitez bacteriana en hospederos susceptibles. La *Ralstonia* es un habitante natural del suelo, donde en ausencia de cultivos susceptibles puede sobrevivir por períodos prolongados en los residuos de cultivos previos infectados y el suelo infestado es usualmente la principal fuente de inóculo primario de la bacteria (Melgar *et al.* 2012).

La malla antiáfidos utilizada en la construcción de los macrotúneles permitió un buen control de plagas, aunque favoreció una humedad relativa por encima de los 90%, que llevó a la proliferación de enfermedades como: tizón tardío, y mildiú polvoso. Esto coincide con lo establecido por Noreña *et al.* (2012), quienes afirman que una humedad relativa alta favorece el desarrollo de las enfermedades en diferentes cultivos. Las altas temperaturas y humedad relativa registradas pudieron haber ocasionado un mal desempeño y bajo desarrollo de las variedades de tomate y chile, como también una alta proliferación de enfermedades dentro de los macrotúneles en ambas altitudes Sin embargo, es necesario resaltar que la temperatura promedio en la zona alta en ambiente protegido es 4<sup>0</sup>C menor que la temperatura registrada en los macrotúneles en la zona media; mientras que para ambiente protegido solamente existe una diferencia de 0.78 grados.

Los autores Yossen *et al.* (1997) y Aguilar-García y Holguín-Peña (2013) establecen que una desventaja en la utilización de mallas es la aparición de enfermedades, principalmente fungosas derivadas de la excesiva humedad, ya que la renovación de aire es limitada. Por otra parte, bajo ambiente protegido la presencia de plagas es nula, ya que la malla limita el paso de trips, moscas blancas y pulgonas (Aguilar-García y Holguín-Peña 2013). En Honduras, se registró un fuerte ataque de mildiú polvoso (Figura 3), ocasionado por la presencia de plantaciones viejas de chile que sirvieron de hospedero, el transporte de la espora a los macrotúneles por parte del mismo productor, acompañado por días cálidos y secos con humedades relativas mayores a 85%; esto coincide con las condiciones de infección y propagación de la enfermedad establecidas por Mcdougall *et al.* (2013).

Los mejores rendimientos en chile y tomate se obtuvieron en Honduras (Figura 4 y 5), lo que puede ser atribuido a que en las zonas altas se registraron temperaturas menores, evitando la caída de flores; posiblemente la textura de los suelos mejoró la capacidad de retener humedad y facilitó un mejor desempeño de las variedades. Tanto la temperatura como la humedad en los suelos son factores que afectan la producción (Noreña *et al.* 2012). Contrario a Guatemala, en donde las temperaturas excedieron los 35 <sup>0</sup>C y la humedad relativa fue de 100%, lo que provocó una alta transpiración que se manifiesta con la caída de las flores y frutos. Lo que se respalda por Noreña *et al.* (2012), quien afirma que a temperaturas elevadas pueden caerse las flores y frutos, posiblemente por la reducción del número total y de la viabilidad de polen a temperaturas elevadas (de la Peña *et al.* 2011).

## Producción en ambiente protegido y campo abierto

Un estudio realizado por Montaña Mata y Cedeño (2001) en Venezuela donde evaluaron a campo abierto 7 variedades de chiles, entre ellas Natalie, muestra que esta variedad puede alcanzar rendimientos de 0.56 kg/planta. Por otra parte, la evaluación de rendimiento a las variedades de *S. lycopersicum* realizada por Ramírez Vargas y Nienhuis (2011) quienes evaluaron 3 híbridos de tomate, entre ellos Qualyt 21, en San Carlos de Alajuela, Costa Rica a 170 m.s.n.m con temperaturas que varían de los 15 a 30 °C, obtuvieron rendimientos de 5.75 kg/m<sup>2</sup>. Los autores Santiago *et al.* (1998) realizaron una evaluación de 12 variedades de tomates entre ellas el híbrido Celebrity a una altura de 1742 m.s.n.m en México, encontraron que esta variedad tuvo rendimientos de 5.42 kg/planta. Los híbridos de tomate en ambas evaluaciones muestran valores muy cercanos a los obtenidos en Honduras.

Las diferencias en los descriptores morfológicos en las variedades de chile se presentaron en la altura de la planta (Cuadro 5), peso, largo y ancho del fruto entre las accesiones (Cuadro 6); similar a lo demostrado por Montaña Mata y Cedeño (2001), quienes evaluaron 7 variedades de *C. annuum* (Natalie, Pacífico, Aruba, Júpiter, Commander y Galaxy) en Venezuela a 122 m.s.n.m. El desarrollo de los chiles fue más vigoroso en Honduras, desarrollando una altura intermedia, algo característico en esta especie según Palacios-Castro y Garcia D. (2008). Sin embargo, las diferencias de alturas entre las variedades pueden ser atribuidas al potencial genético y su interacción con los factores ambientales y la capacidad de absorber nutrientes como lo demuestran Nkansah *et al.* (2011) y El-Tohamy *et al.* (2006).

La variedades de chile PS4212 sembrada en Honduras y VI032170 sembrada en Guatemala presentaron frutos con ancho similar a otras variedades de *C. annuum*: pimientos morrón, redondo y trompa de elefante sembradas en Argentina a 912 m.s.n.m. (Occhiuto *et al.* 2014) y los frutos cosechados en Guatemala son del mismo ancho que los frutos de variedades silvestres y semidomesticadas de *C. annuum* evaluados por Ballina-Gómez *et al.* (2013) en Yucatán, México bajo temperaturas que oscilan entre los 18 a 36 °C; con un ancho de los frutos entre 5.36 y 3.61 cm.

El largo de los frutos alcanzó valores que van desde los 18.24 cm a 15.9 cm (Cuadro 6) cuando estas son producidas en Honduras. Estos datos fueron mucho mayores que los obtenidos por Montaña Mata y Cedeño (2001) en donde los frutos de las variedades Júpiter, Aruba, Margarita, Commander, Natalie y Pacífico alcanzaron un largo de 5.45 cm a 9.81 cm cuando son sembrados en una altitud de 122 m.s.n.m. con una temperatura media anual de 27.2 °C en Venezuela y las variedades silvestres y semidomesticadas de chiles evaluadas por Ballina-Gómez *et al.* (2013) en Yucatán, México bajo temperaturas de 28 y 36 °C con precipitaciones de 1036.9 mm; donde se cosecharon frutos de 5 cm de largo, resultados más similares a los frutos de menores longitudes obtenidos en Guatemala. Los altos valores en el peso de los frutos de las variedades VI032170 y AVPP47 coinciden con el alto valor en el

ancho del fruto de estas mismas variedades, como lo explica Tembhrne *et al.* (2008) que el peso de los frutos están muy relacionados con el ancho y largo de estos.

Todas las variedades de chile desarrollaron una flor por inflorescencia, característica representativa de la especie *C. annuum* tal como lo mencionan Alonso *et al.* (2008), Villota-Ceron *et al.* (2012) y Uroz (2012) y el número de días para alcanzar la madurez (Cuadro 7) son muy similares a los resultados obtenidos por Tembhrne *et al.* (2008), evaluando 14 genotipos de chiles (HCSG1, HCS G2, HCS G3, HCS G4, HCS G6, 9263, 9626-6-1, HCS G7, HCS G8, GPGD1-7-98, KDC 1, Byadgi kaddi, Byadgi dabbi and HCS 95) en la India; los cuales alcanzaron su floración a los entre los 58 y 82 días. Los días para alcanzar la madurez obtenidos en Guatemala se aproximan a los encontrados por Palacios-Castro y García (2008), en la caracterización realizada para 20 variedades de la especie *C. annuum* en el Valle de Cauca, Colombia con una precipitación media anual de 1000 mm.

Las diferencias morfológicas en las variedades de tomate se mostraron más evidentes en el desarrollo foliar (Cuadro 8); en Guatemala, las plantas desarrollaron una follaje denso, posiblemente porque la temperatura promedio de 40.57 °C provocó que los procesos la fotosíntesis y de absorción de nutrientes (entre ellos el nitrógeno) por parte de la planta, alcanzaran sus niveles máximos; como lo señala Noreña *et al.* (2012), quienes afirman que a altas temperaturas los procesos bioquímicos se aceleran.

Se registró una diferencia en el peso, largo y ancho de los frutos (Cuadro 9); la diferencia en los pesos se puede atribuir a que el peso de los frutos está correlacionado con la cantidad de luz recibida durante la fase de producción, como lo menciona Borrego (2002). Otro de los factores que puede estar induciendo al buen peso de los frutos es la buena interacción de la variedad con la temperatura nocturna que se registró en Guatemala (12.74 a 15.82 °C), la cual tiene un gran efecto en estos procesos fisiológicos, lo que coincide con lo señalado por Borrego (2002).

Los valores más altos en el largo y ancho del fruto son muy similares a los encontrados por Gaspar-Peralta *et al.* (2012) quienes evaluaron 8 líneas avanzadas de tomate en Oaxaca, México durante el período de la primavera-verano con temperaturas medias de 21 °C y a 1530 m.s.n.m. Los valores para el peso del fruto encontrados en esta investigación son más altos a los obtenidos por Santiago *et al.* (1998), en la evaluación de 3 variedades de tomates: Rio Grande, Pole Boy y Floradade en México a una altura de 1742 m.s.n.m. en donde los pesos alcanzados fueron de 31 a 149 g. La forma achatada, redonda, cilíndrica y elipsoide de algunas variedades influye en las medidas alcanzadas por los frutos más largos y anchos.

La madurez que presentaron las 11 variedades de tomate fue tardía de 102 a 124 días (Cuadro 10) comparándola con otras caracterizaciones morfológicas realizadas Carrillo Rodríguez y Chávez Servia (2010) utilizando variedades de tomate silvestres y semidomesticadas en Oaxaca donde alcanzó la floración en 44 días y Contreras-Magaña *et al.* (2013) quienes utilizaron un híbrido de tomate tipo bola y saladette sembradas en Chapingo, México; donde

se reportan floraciones a los 44 a 50 días. La mayoría de las variedades en Guatemala fueron más rápidas en alcanzar la madurez, debido a que la precocidad y coloración en la madurez está muy influida por altas temperaturas, tal como lo menciona Zambrano (2009). La etapa de madurez puede durar de 85 a 100 días según Noreña *et al.* (2012); contrario a lo demostrado para algunas de las variedades evaluadas en este estudio.

Todas las variedades desarrollaron de 3 a 8 flores por inflorescencia, independientemente de la altitud. Estos datos son parecidos a los encontrados por Gaspar-Peralta. *et al.* (2012) quienes evaluaron ocho líneas avanzadas de tomate en Oaxaca, México bajo temperaturas de 21<sup>0</sup>C y una altitud de 1530 m.s.n.m. y Carrillo Rodríguez y Chávez Servia (2010), en su evaluación de tomates semidomesticados y silvestres en la misma zona.

En la comparación entre ambiente protegido y campo abierto, las variedades de tomate y chile presentan un comportamiento muy homogéneo (Cuadros 11 y 14); no existen muchas diferencias en cuanto a las características morfológicas. Sin embargo, el peso, ancho y largo del fruto son mejores cuando se cultivan en ambiente protegido (Cuadros 12 y 15), debido a que dentro del macrotúnel las plantas desarrollaron mejores condiciones fisiológicas para producir, al no estar presentando problemas en el ataque de plagas; no obstante, es importante señalar que el tamaño del fruto es directamente afectado por factores fisiológicos, tales como maduración, despunte y defoliación, a pesar que estos son controlados por factores genéticos (Santiago *et al.* 1998).

El número de flores por inflorescencia fue mayor y el proceso de maduración fue más lento dentro del macrotúnel. Ambos descriptores fueron influenciados por el ataque de plagas y por la exposición directa de los frutos al sol. En cuanto a los días de madurez, existe una diferencia de 27 días entre las variedades más rápidas y las más tardías. La etapa de madurez puede durar de 85 a 100 días según Noreña *et al.* (2012); contrario a lo demostrado para algunas de las variedades evaluadas en este estudio.

Los mejores rendimientos se obtienen en ambiente protegido en ambos cultivos (Figura 6 y 7). Estas diferencias están sujetas a que hubo una mayor presencia de plagas en las parcelas a campo abierto que afectaron el rendimiento y la calidad de producción; tal y como lo mencionan Dimas *et al.* (2008), quienes aseguran que bajo condiciones protegidas los cultivos aumentan los rendimientos y mejoran la calidad del fruto. Monge (2015) señala que el rendimiento es una característica que presenta mucha variabilidad, según el genotipo, las condiciones ambientales y la presencia de plagas y enfermedades y las prácticas de manejo; contrario a lo que afirma Borrego *et al.* (2001), quienes encontraron que no existe ninguna correlación entre las condiciones agroclimáticas con el rendimiento. Un estudio realizado por FHIA (2011) en el Valle de Comayagua a 565 m.s.n.m. demostró que las variedades Natalie, Magalie y Cortés a campo abierto con un manejo fitosanitario preventivo alcanzaron un rendimiento de 1.61 a 1.48 kg/planta.

## 12. CONCLUSIONES

### Tomate

7. Las diferencias en las características morfológicas de las 11 variedades de tomate son mayores cuando se comparan en altitudes medias y altas; sin embargo, existen menos diferencias morfológicas cuando se cotejan entre condiciones diferentes de producción: campo abierto y ambiente protegido. Los frutos de buen grosor fueron producidos por la variedad AVTO1421, y los más pesado por la variedad AVTO1426; mientras que la variedad comercial Ponny Express desarrolló los frutos más largos cuando son producidas bajo ambiente protegido.
8. A pesar de la incidencia de *Alternaria solani* y *Phytophthora infestans* en las parcelas de tomate en campo abierto y ambiente protegido producto de las altas humedades relativas de 100%, la variedad AVTO1219 presentó una resistencia del 90%; y AVTO1420 y AVTO1421, una resistencia de 80% en comparación con el resto de las variedades.
9. Se obtuvieron mejores rendimientos con la variedad AVTO1421, produciendo 5.31 kg/planta, 7.59% más que la variedad local Pony tanto en ambiente protegido como campo abierto en zonas altas. En altitud media, los mejores rendimientos se obtienen con la variedad Pony con 3.81 kg/planta.
10. La variedad de tomate con las mejores características morfológicas (rendimiento, altura de la planta, tamaño de la hoja, resistencia a enfermedades, forma y color del fruto) para los productores en Honduras fue AVTO1219; mientras que para los productores de Guatemala fue la variedad AVTO1289.
11. La mejor variedad en la zona alta fue la variedad AVTO1421 por presentar mejores rendimientos y una alta tolerancia ante el ataque de *Phytophthora infestans* cuando es producida en campo abierto y ambiente protegido. En la zona media, la mejor variedad fue la Pony por sus altos rendimientos bajo ambiente protegido.
12. Los consumidores de tomate en Honduras prefieren características que se encuentran en las variedades Pony por su forma cilíndrica y por su firmeza; AVTO1426 y AVTO1417 por su sabor ácido y AVTO1420, AVTO1421 por su jugosidad. Los consumidores en Guatemala tienen mayor afinidad por las variedades AVTO1288 y AVTO1289 por su forma elipsoide y su firmeza intermedia; AVTO1420 y AVTO1288 por su dulce sabor y la Pony por su jugosidad.

## Chile

6. Las variedades de chile presentan un crecimiento más vigoroso cuando son cultivadas en zonas altas y bajo ambiente protegido. Los frutos más pesados y más anchos dentro las 9 variedades de chile fueron producidos por la variedad AVPP1247 y la variedad con los frutos más largos fue PS4212, bajo condiciones protegidas.
7. El ataque de *Anthonomus eugenii*, CMV y TYLCV fue muy severo en las parcelas de campo abierto; mientras que bajo ambiente protegido hubo una alta incidencia de *Leveillula taurica* a causa de la presencia de hospederos cercanos y una humedad relativa de 100%.
8. La variedad VI03270 produce 43% más que la variedad comercial Natalie, en zonas altas bajo ambiente protegido; en zonas medias la variedad con mejores rendimientos es la Natalie produciendo 1.19 kg/planta bajo ambiente protegido.
9. Los productores en ambos países calificaron a la variedad Magalie como la variedad con las mejores características morfológicas (rendimiento, altura de la planta, tamaño de la hoja, resistencia a enfermedades, forma y color del fruto).
10. Las preferencias hacia las características de los frutos en chile son muy parecidas entre los consumidores de Honduras y Guatemala. Todas las variedades tienen forma de bloque y el color de sus frutos es verde; sin embargo, existe una mayor inclinación del consumidor hondureño en la utilización de los chiles en ensaladas, en donde las variedades AVPP1247 y VI03270 por su dulzura y jugosidad podrían ser utilizadas. En Guatemala, los consumidores usan el chile como condimento; las variedades Tecun y Natalie por su dulzura encajan bien con las preferencias del mercado.

### **13. RECOMENDACIONES**

1. Para que los resultados sean más completos y se puedan realizar comparaciones, los sistemas de producción: campo abierto y ambiente protegido deben de establecerse en campo durante la época utilizada por los productores para evitar pérdida de información en la fase de campo.
2. Si se desea realizar comparaciones de evaluaciones de materiales hortícolas en países, se recomienda asignar una persona por país, esto para evitar contratiempos que pueden atrasar las actividades programadas en las parcelas y brindar una asistencia más eficaz y eficiente a los ensayos.
3. Para la instalación de buttons, se recomienda el uso de otro material distinto al de los tubos de PVC, ya que estos tienen a ser robados por personas ajenas al proyecto, lo que resulta en la pérdida completa de los registros de temperatura y humedad.

## 14. BIBLIOGRAFÍA

- Abadie, T.; Berretta, A. 2001. Caracterización y evaluación de recursos fitogenéticos. Estrategia en recursos fitogenéticos para los países del cono sur. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. IICA. San José, Costa Rica: 91-100.
- Agudelo, A.G.A.; Aguirre, N.C.; Orozco, F.J. 2011. Caracterización morfológica del tomate tipo cereza (*Solanum lycopersicum* Linnaeus). Propuesta metodológica para la evaluación de biodiversidad de nematodos en dos ecosistemas naturales: 44.
- Aguilar-García, M.J.; Holguín-Peña, R.J. 2013. Estrategias de manejo fitosanitario en agricultura protegida. La Paz, Baja California Sur, México, 29 p.
- Alonso, R.A.; A. Cabrera, C.; Quiroga R., Rosales, P., Zuart, J.L. 2008. Evaluación in situ de la variabilidad genética de los chiles silvestres (*Capsicum* spp.) en la región frailesca del estado de Chiapas, México. *Cultivos Tropicales* (2): 49-55.
- Ballina-Gómez, H.; Latournerie-Moreno, L.; Ruíz-Sánchez, E.; Pérez-Gutiérrez, A.; Rosado-Lugo, G. 2013. Morphological characterization of *Capsicum annum* L. accessions from southern Mexico and their response to the *Bemisia tabaci*-Begomovirus complex. *CHILEAN Journal of Agricultural Research* (4).
- Bellon, M. 2002. Métodos de investigación participativa para evaluar tecnologías: Manual para científicos que trabajan con agricultores. México, 107 p
- Borrego, F.; López, A.; Fernández, J.M.; Murillo, M.; Rodríguez, S.A.; Reyes, A.; Martínez, J.M. 2001. Evaluación agronómica de tomate (*Lycopersicon esculentum* M) EN INVERNADERO. *Agronomía Mesoamericana* (1): 49-56.
- Borrego, J.V.M. 2002. Horticultura Herbácea Especial. 5ta ed. Barcelona, España, Mundi-Prensa. 702p p. (Hortalizas aprovechadas por sus frutos: El pimiento)
- Carrillo Rodríguez, J.C.; Chávez Servia, J.L. 2010. Caracterización agromorfológica de muestras de tomate de Oaxaca. *Revista fitotecnia mexicana (SPE4)*: 1-6.
- Castro, S.P. 2007. Caracterización morfológica de accesiones de *Capsicum* spp. Magister en Ciencias. Colombia, Universidad Nacional de Colombia sede Palmira 89 p.
- Contreras-Magaña, E.; Arroyo-Pozos, H.; Ayala-Arreola, J.; Sánchez-Del-Castillo, F.; Moreno-Pérez, E.d.C. 2013. Caracterización morfológica de la diferenciación floral en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista Chapingo. Serie Hortícola* (4). Consultado

27 dic. 2015. Disponible en [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1027-152X2013000400005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1027-152X2013000400005&script=sci_arttext)

- De la Peña, R.C., Ebert, A.W., Gniffke, P., Hanson, P., Symonds, R.C., 2011. Chapter 18. Genetic adjustment to changing climates: vegetables. *In: Yadav, S.S., Redden, R.J., Hatfield, J.L., Lotze-Campen, H. & Hall, A.E. (eds.) Crop Adaptation to Climate Change*, First Edition. John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, West Sussex, UK, 2011, p. 396-410.
- Dimas, N.R.; Ríos, P.C.; Viramontes, U.F.; Gil, A.P.; Chávez, E.F.; Reyna-Alvarez, V.P.; Hernández, C.M.; Reséndez, A.M. 2008. Tomato production in greenhouse using vermicompost as substrate *Revista Fitotecnia Mexicana* (3): 265-272. Consultado 29 dic. 2015. Disponible en <http://lombrimadriblog.es/wp-content/uploads/2013/04/humus-tomate-invernadero.pdf>
- Ebert, A.W., 2011. Vegetable germplasm conservation and utilization at AVRDC – The World Vegetable Center. *Proc. Vth IS on Seed, Transplant and Stand Establishment of Hort. Crops. Acta Hort.*, 898: 89-95.
- El-Tohamy, W.A.; Ghoname, A.A.; Abou-Hussein, S.D. 2006. Improvement of Pepper Growth and Productivity in Sandy Soil by Different Fertilization Treatments under Protected Cultivation. *Applied Sciences Research* (1): 8-12. Consultado 28 dic. 2015.
- FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, Honduras). 2011. Informe Técnico 2011. La Lima, Honduras,
- Gaspar-Peralta, P.; Carrillo-Rodríguez, J.C.; Chávez-Servia, J.L.; Vera-Guzmán, A.M.; Pérez-León, I. 2012. Variation in agronomic traits and lycopene in advanced tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cultivars. *International Journal of Experimental Botany*: 15-22.
- International Plant Genetic Resources Institute IT (IPGRI); Asian Vegetable Research TW (AVRDC); Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. CR (CATIE). 1995. Descriptors for Capsicum (*Capsicum* spp.). Turrialba, Costa Rica,
- Jaramillo Noreña, P.; Rodríguez, V.; Zapata, M. 2006. El cultivo de tomate bajo invernadero (*Lycopersicon esculentum*, Mill). *Boletín Técnico*. (21).
- Jaramillo, S.; Baena, M. 2000. Material de Apoyo a la Capacitación en Conservación Ex Situ de Recursos Fitogenéticos. Cali, Colombia, 128 p.
- Ligarreto, G. 2003. Caracterización de germoplasma. *In Franco, T.L.; Hidalgo, R. eds. 2003. Análisis Estadísticos de Datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos*. México, International Plant Genetic Resources Institute IT (IPGRI). p. 9.

- López, A.; Vega, H.; Hernández, A.; Ramírez, C. 2004. El Plan Trifinio: Un proceso de desarrollo sustentable transfronterizo en Centroamérica. Universidad Nacional de Costa Rica, noviembre, 108pp.
- McDougall, S.; Watson, A.; Stodart, B.; Kelly, G.; Troidahl, D.; Tesoriero, L. 2013. Tomato, capsicum, chili and eggplant. A field guide for identification of insect pests, beneficials diseases and disorders in Australia and Cambodia. Australia, 232p.
- Melgar, J.C.; C., J.M.R.; Brown, J.; Weller, S. 2012. Marchitez bacteriana en solanáceas: su reconocimiento y manejo integrado. Lima, Cortés, 25p p. (Serie Protección Vegetal: Conociendo y Combatiendo los Enemigos de los Cultivos)
- Miller, J.; Tanksley, S. 1990. RFLP analysis of phylogenetic relationships and genetic variation in the genus *Lycopersicon*. Theoretical and applied genetics (4): 437-448.
- Mitra, S.; van Etten, J.; Franco, T. 2013. Guía Técnica para el Registro de Datos Meteorológicos en el Campo con una Alta Resolución Espacial y Temporal Utilizando iButtons. 36p. p.
- Monge, J.E. 2015. Evaluation of 60 tomato (*Lycopersicon esculentum mill.*) genotypes grown under greenhouse conditions in Costa Rica. Revistas Electrónica de las sedes regionales de la Universidad de Costa Rica (33). Consultado 02 ene. 2016. Disponible en <http://www.revistas.ucr.ac.cr/index.php/interseeds/article/view/19027/19118>
- Montaño Mata, N.; Cedeño, E. 2001. Evaluación agronómica de siete cultivares de pimentón (*Capsicum annum L.*). Revista Científica UDO Agrícola (1): 95-100. Disponible en <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2221445>
- Morales, F.; Cardona, C.; Bueno, J.; Rodríguez, I. 2006. Manejo Integrado de Enfermedades de plantas causadas por virus transmitidos por moscas blancas. Colombia, CIAT. 43p.
- Naranjo-Feliciano, E.; Martínez-Zubiaur, Y. 2013. Avances en el diagnóstico de la marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*): situación actual y perspectivas en Cuba. Protección Vegeta (3): 160-170.
- Nkansah, G.O.; Ayarna, A.; Gbokie, T.J. 2011. Morphological and Yield Evaluation of Some Capsicum Pepper Lines in Two Agro-Ecological Zones of Ghana. Journal of Agronomy: 84-91. Consultado 29 dic. 2015. Disponible en <http://scialert.net/abstract/?doi=ja.2011.84.91>
- Noreña, J.E.J.; Rodríguez, V.P.; Aguilar, P.A.A. 2012. Tecnología para el cultivo de tomate bajo condiciones protegidas. Bogotá, Colombia, CORPOICA.
- Occhiuto, P.N.; Peralta, I.E.; A.D., A.; Galmarini, C.R. 2014. Characterization of Capsicum germplasm collected in Northwestern Argentina based on morphological and quality traits. AGRISCIENTIA (2): 63-73.

- Okuda, N.; Kosugi, Y. 2005. Classification of pepper (*Capsicum annuum* L.) accessions by RAPD analysis. *Biotechnology* (4): 305-309.
- Palacios-Castro, S.; Garcia D., M.A. 2008. Caracterización morfológica de 93 accesiones de *Capsicum* spp del banco de germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira. *Acta Agronómica* (4): 247-252. Consultado 29 dic. 2015. Disponible en [http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/acta\\_agronomica/article/view/9261](http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/9261)
- Pardey R., C.; Garcia D., M.A.; Vallejo, C.; Franco, A. 2006. Caracterización morfológica de cien introducciones de *Capsicum* del Banco de Germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. *Acta Agronómica* (3): 1-9. Consultado 29 dic. 2015.
- Paredes, N. 2012. Caracterización morfológica de 200 accesiones de chile (*Capsicum* spp.) del banco de germoplasma del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). *Magister Scientiae*. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 152 p.
- Ramírez Vargas, C.; Nienhuis, J. 2011. Evaluación del crecimiento y productividad del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo cultivo protegido en tres localidades de Costa Rica. *Tecnología en Marcha* (1): 3-15.
- Santiago, J.; Mendoza, M.; Borrego, F. 1998. Evaluación de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) en invernadero: criterios fenológicos y fisiológicos. *Agronomía Mesoamericana*: 59-65.
- Tembhurne, B.; Revanappa, V.; Kuchanur, P.H. 2008. Varietal Performance, Genetic Variability and Correlation Studies in Chilli (*Capsicum annuum* L.). *Karnataka J. Agric. Sci* (4): 541-543. Consultado 28 dic. 2015. Disponible en <http://14.139.155.167/test5/index.php/kjas/article/view/1227/1220>
- The World Vegetable Center (AVRDC). 2003. Suggested Cultural Practices for Sweet Pepper. *International Cooperators Guide* (99): 5.
- Torrice Ferrufino, A.M. 2013. Estudio Morfológico y Molecular de la Diversidad Genética del tomate silvestre (*Solanum* spp.) BOLIVIANO. *Master in Science*. Cochabamba, Bolivia, Universidad Mayor de San Simón. 79 p.
- Uroz, S. 2012. Caracterización de variedades locales de solanáceas: cuatro de tomate y tres de pimiento. *Barcelona, Master de Agricultura Ecológica*. 80p p. Consultado 28 dic. 2015.
- Varela, P.; Ares, G. 2012. Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization. *Food Research International*. Consultado 25 jun 2015.

- Villota-Ceron, D.; Bonilla-Betancourt, M.L.; Carmen- Carrillo, H.; Jaramillo\_ Vásquez, J.; García-Dávila, M.A. 2012. Morphological characterization of Capsicum spp. accessions from the germoplasm collection of Corpoica C.I. Palmira, Colombia. Acta Agronómica (1): 11 p.
- Yossen, V.; Ricardo José, N.; Ruossi, G.; Igarzábal, D.A.; Conles, M.; Olmos, C.E. 1997. Manejo de patógenos que habitan el suelo en cultivos de tomate protegidos. Corciencia. Consultado 02 ene. 2016. Disponible en <http://www.corciencia.org.ar/id/eprint/2845>

## 15. ANEXOS

Anexo 1. Característica morfológica en donde se encontró diferencias en las 9 variedades de chile en Honduras y Guatemala

Variedades	Superficie del fruto	
	Honduras	Guatemala
AVPP9814	Lisa	Lisa
VI032170	Lisa	Lisa
AVPP1247	Lisa	Lisa
CATIE 57	Semirrugosa	Semirrugosa
Natallie	Lisa	Lisa
Magally	Lisa	Lisa
Tecun	Lisa	Lisa
PS4212	Lisa	Lisa
Cortés	Lisa	Lisa
	p-valor	0.0427

Anexo 2. Características morfológicas en donde no se encontraron diferencias entre las 9 variedades de chile en Honduras y Guatemala

Variedades	Ciclo de vida		Color del tallo		Color de la corola		Color de la antera	
	Honduras	Guatemala	Honduras	Guatemala	Honduras	Guatemala	Honduras	Guatemala
AVPP9814	Anual	Anual	Verde claro	Verde	Blanca	Blanca	Azul pálido	Azul y amarilla
VI032170	Anual	Anual	Verde claro	Verde	Blanca	Blanca	Azul	Azul y amarilla
AVPP1247	Anual	Anual	Verde claro	Verde	Blanca	Blanca	Azul y amarillo	Amarilla
CATIE 57	Anual	Anual	Verde claro	Verde	Blanca	Blanca	Azul	Azul y amarilla
Natalie	Anual	Anual	Verde claro	Verde	Blanca	Blanca	Azul pálido	Azul y amarilla
Magalie	Anual	Anual	Verde claro	Verde	Blanca	Blanca	Azul	Azul y amarilla
Tecun	Anual	Anual	Verde claro	Verde	Blanca	Blanca	Azul	Azul y amarilla
PS4212	Anual	Anual	Verde claro	Verde	Blanca	Blanca	Azul	Azul y amarilla
Cortés	Anual	Anual	Verde claro	Verde	Blanca	Blanca	Azul pálido	Azul y amarilla

Características morfológicas en donde no se encontraron diferencias entre las 9 variedades de chile en Honduras y Guatemala

Variedades	Cuello de la base		Color de la semilla		No. Semillas/frutos		Hábito de crecimiento	
	Honduras	Guatemala	Honduras	Guatemala	Honduras	Guatemala	Honduras	Guatemala
AVPP9814	Mezcla	No	Beige	Beige	Muchas	Muchas	Erecta	Erecta
VI032170	Mezcla	No	Beige	Beige	Muchas	Algunas	Postrada	Erecta
AVPP1247	Mezcla	No	Beige	Beige	Algunas	Algunas	Compacta	Erecta
CATIE 57	Mezcla	No	Beige	Beige	Muchas	Muchas	Compacta	Erecta
Natallie	Mezcla	No	Beige	Beige	Muchas	Muchas	Erecta	Mixta
Magally	Mezcla	No	Beige	Beige	Muchas	Muchas	Erecta	Mixta
Tecun	Mezcla	No	Beige	Beige	Algunas	Algunas	Erecta	Mixta
PS4212	Mezcla	No	Beige	Beige	Muchas	Muchas	Erecta	Erecta
Cortés	Mezcla	No	Beige	Beige	Muchas	Muchas	Erecta	Erecta

Características morfológicas en donde no se encontraron diferencias entre las 9 variedades de chile en Honduras y Guatemala

Variedades	Color/fruto/intermedio		Color/fruto/maduro		Forma/fruto	
	Honduras	Guatemala	Honduras	Guatemala	Honduras	Guatemala
AVPP9814	Café	Verde	Rojo	Rojo	Bloqueado	Bloqueado
VI032170	Café	Verde	Rojo	Rojo	Bloqueado	Bloqueado
AVPP1247	Verde con amarillo	Verde con amarillo	Amarillo	Amarillo	Bloqueado	Cónico
CATIE 57	Café	Verde	Rojo	Rojo	Bloqueado	Bloqueado
Natallie	Café	Verde	Rojo	Rojo	Bloqueado	Bloqueado
Magally	Café	Verde	Rojo	Rojo	Bloqueado	Bloqueado
Tecun	Café	Verde	Rojo	Café	Bloqueado	Bloqueado
PS4212	Café	Verde	Rojo	Rojo	Bloqueado	Bloqueado
Cortés	Café	Verde	Rojo	Rojo	Bloqueado	Bloqueado

Anexo 3. Características morfológicas en las que se encontraron diferencias entre las 11 variedades de tomate en Honduras y Guatemala

Variedades	Color fruto inmaduro		Forma transversal		Nervadura de cáliz		Forma de pistilo	
	Honduras	Guatemala	Honduras	Guatemala	Honduras	Guatemala	Honduras	Guatemala
AVTO1426	Verde	Verde claro	Redonda	Irregular	Intermedia	Intermedia	Irregular	Punteado
AVTO1421	Verde	Verde	Redonda	Redonda	Intermedia	Muy ligera	Punteado	Punteado
AVTO1423	Verde claro	Verde	Redonda	Redonda	Intermedia	Muy ligera	Irregular	Irregular

AVTO1420	Verde claro	Verde oscuro	Redonda	Redonda	Ligera	Muy ligera	Irregular	Punteado
AVTO1424	Verde claro	Verde claro	Redonda	Redonda	Ligera	Ligera	Punteado	Punteado
AVTO1417	Verde claro	Verde claro	Redonda	Angular	Intermedia	Intermedia	Punteado	Punteado
AVTO1288	Verde claro	Verde	Redonda	Redonda	Muy ligera	Intermedia	Punteado	Estrellado
AVTO1289	Verde claro	Verde	Redonda	Redonda	Muy ligera	Intermedia	Punteado	Estrellado
AVTO1219	Verde	Verde claro	Redonda	Redonda	Muy ligera	Ligera	Estrellado	Punteado
CATIE 51	Verde	Verde	Angular	Redonda	Intermedia	Ligera	Punteado	Estrellado
Ponny	Verde	Verde claro	Angular	Irregular	Muy ligera	Muy ligera	Punteado	Estrellado

Anexo 4. Características morfológicas en donde no se encontraron diferencias entre las 11 variedades de tomate en Honduras y Guatemala

Variedades Tomate	Zonas verdes		Tamaño de la fruta		Agrietado concéntrico		Agrietado radial	
	Honduras	Guatemala	Honduras	Guatemala	Honduras	Guatemala	Honduras	Guatemala
AVTO1426	Ausente	Ausente	Pequeño	Intermedio	No	Ligero	Ligero	Ligero
AVTO1421	Ausente	Ausente	Intermedio	Intermedio	No	No	Ligero	No
AVTO1423	Ausente	Ausente	Pequeño	Intermedio	No	No	Ligero	No
AVTO1420	Ausente	Ausente	Intermedio	Intermedio	No	No	Ligero	No
AVTO1424	Ausente	Ausente	Intermedio	Pequeño	No	No	Ligero	No
AVTO1417	Ausente	Ausente	Intermedio	Pequeño	No	Ligero	Ligero	Ligero
AVTO1288	Ausente	Ausente	Intermedio	Intermedio	No	No	No	No
AVTO1289	Ausente	Ausente	Intermedio	Intermedio	No	No	No	No
AVTO1219	Ausente	Ausente	Intermedio	Intermedio	No	No	No	No
CATIE 51	Ausente	Ausente	Intermedio	Intermedio	No	No	No	No
Ponny	Ausente	Ausente	Intermedio	Intermedio	No	No	No	No

Características morfológicas en donde no se encontraron diferencias entre las 11 variedades de tomate en Honduras y Guatemala.

Variedades de tomate	Hábito de crecimiento		Tipo de hoja		Color de corola		Tipo de inflorescencia	
	Honduras	Guatemala	Honduras	Guatemala	Honduras	Guatemala	Honduras	Guatemala
AVTO1426	Determinado	Determinado	Estándar	Estándar	Amarilla	Amarilla	Uníparo	Uníparo
AVTO1421	Determinado	Determinado	Estándar	Estándar	Amarilla	Amarilla	Uníparo	Uníparo

AVTO1423	Determinado	Determinado	Estándar	Estándar	Amarilla	Amarilla	Uníparo	Uníparo
AVTO1420	Determinado	Determinado	Estándar	Estándar	Amarilla	Amarilla	Uníparo	Uníparo
AVTO1424	Determinado	Determinado	Estándar	Estándar	Amarilla	Amarilla	Uníparo	Uníparo
AVTO1417	Determinado	Determinado	Estándar	Estándar	Amarilla	Amarilla	Uníparo	Uníparo
AVTO1288	Determinado	Determinado	Estándar	Estándar	Amarilla	Amarilla	Uníparo	Uníparo
AVTO1289	Determinado	Determinado	Estándar	Estándar	Amarilla	Amarilla	Uníparo	Uníparo
AVTO1219	Determinado	Determinado	Estándar	Estándar	Amarilla	Amarilla	Uníparo	Uníparo
CATIE 51	Determinado	Determinado	Estándar	Estándar	Amarilla	Amarilla	Uníparo	Uníparo
Ponny	Determinado	Determinado	Estándar	Estándar	Amarilla	Amarilla	Uníparo	Uníparo

Características morfológicas en donde no se encontraron diferencias entre las 11 variedades de tomate en Honduras y Guatemala.

Variedades de tomate	Color fruto maduro		Color de la piel		Color de la pulpa		Forma final/flor	
	Honduras	Guatemala	Honduras	Guatemala	Honduras	Guatemala	Honduras	Guatemala
AVTO1426	Rojo	Rojo	Amarilla	Amarilla	Anaranjada	Roja	Aplanada	Aplanada
AVTO1421	Rojo	Rojo	Amarilla	Incolora	Roja	Anaranjada	Aplanada	Aplanada
AVTO1423	Rojo	Rojo	Amarilla	Amarilla	Roja	Anaranjada	Indentada	Aplanada
AVTO1420	Rojo	Rojo	Amarilla	Amarilla	Anaranjada	Roja	Aplanada	Aplanada
AVTO1424	Rojo	Rojo	Amarilla	Amarilla	Roja	Amarilla	Punteada	Aplanada
AVTO1417	Rojo	Anaranjado	Amarilla	Amarilla	Roja	Anaranjada	Aplanada	Aplanada
AVTO1288	Rojo	Rojo	Amarilla	Incolora	Roja	Roja	Punteada	Aplanada
AVTO1289	Rojo	Rojo	Amarilla	Incolora	Roja	Roja	Punteada	Aplanada
AVTO1219	Rojo	Rojo	Amarilla	Amarilla	Roja	Roja	Aplanada	Aplanada
CATIE 51	Rojo	Rojo	Amarilla	Amarilla	Anaranjada	Roja	Aplanada	Aplanada
Ponny	Rojo	Rojo	Amarilla	Amarilla	Roja	Amarilla	Aplanada	Aplanada

Características morfológicas en donde no se encontraron diferencias entre las 11 variedades de tomate en Honduras y Guatemala

Variedades de tomate	Agrietado concéntrico		Agrietado radial		Hinchazón	
	Honduras	Guatemala	Honduras	Guatemala	Honduras	Guatemala
AVTO1426	No	Ligero	Ligero	Ligero	No	No
AVTO1421	No	No	Ligero	No	No	No
AVTO1423	No	No	Ligero	No	No	No
AVTO1420	No	No	Ligero	No	No	No
AVTO1424	No	No	Ligero	No	No	No
AVTO1417	No	Ligero	Ligero	Ligero	No	No

AVTO1288	No	No	No	No	No	No
AVTO1289	No	No	No	No	No	No
AVTO1219	No	No	No	No	No	No
CATIE 51	No	No	No	No	No	No
Ponny	No	No	No	No	No	No

Anexo 5. Características morfológicas en donde no se encontraron diferencias entre las 9 variedades de chile en ambiente protegido y campo abierto en Honduras.

Variedades	Color/fruto/intermedio		Color/fruto/maduro		Superficie del fruto	
	Abierto	Protegido	Abierto	Protegido	Abierto	Protegido
AVPP9814	Café	Café	Rojo	Rojo	Lisa	Lisa
VI032170	Café	Café	Rojo	Rojo	Lisa	Lisa
AVPP1247	Amarillo y verde	Amarillo y verde	Verde	Verde	Lisa	Lisa
CATIE 57	Café	Café	Rojo	Rojo	Semirrugosa	Semirrugosa
Natallie	Café	Café	Rojo	Rojo	Lisa	Lisa
Magally	Café	Café	Rojo	Rojo	Lisa	Lisa
Tecun	Café	Café	Rojo	Café	Lisa	Lisa
PS4212	Café	Café	Rojo	Rojo	Lisa	Lisa
Cortés	Café	Café	Rojo	Rojo	Lisa	Lisa

Características morfológicas en donde no se encontraron diferencias entre las 9 variedades de chile en ambiente protegido y campo abierto en Honduras.

Variedades	Ciclo de vida		Color del tallo		Color de la corola		Color de la antera	
	Abierto	Protegido	Abierto	Protegido	Abierto	Protegido	Abierto	Protegido
AVPP9814	Anual	Anual	Verde claro	Verde claro	Blanca	Blanca	Azul	Azul pálido
VI032170	Anual	Anual	Verde claro	Verde claro	Blanca	Blanca	Azul	Azul
AVPP1247	Anual	Anual	Verde claro	Verde claro	Blanca	Blanca	Azul pálido	Azul y amarilla
CATIE 57	Anual	Anual	Verde claro	Verde claro	Blanca	Blanca	Azul	Azul
Natallie	Anual	Anual	Verde claro	Verde claro	Blanca	Blanca	Azul	Azul pálido
Magally	Anual	Anual	Verde claro	Verde claro	Blanca	Blanca	Azul pálido	Azul
Tecun	Anual	Anual	Verde claro	Verde claro	Blanca	Blanca	Azul	Azul oscuro
PS4212	Anual	Anual	Verde claro	Verde claro	Blanca	Blanca	Azul y amarillo	Azul
Cortés	Anual	Anual	Verde claro	Verde claro	Blanca	Blanca	Azul	Azul pálido

Características morfológicas en donde no se encontraron diferencias entre las 9 variedades de Chile en ambiente protegido y campo abierto en Honduras.

Variedades	Color/fruto/maduro		Forma/fruto	
	Abierto	Protegido	Abierto	Protegido
AVPP9814	Rojo	Rojo	Bloqueado	Bloqueado
VI032170	Rojo	Rojo	Bloqueado	Bloqueado
AVPP1247	Rojo	Anaranjado	Bloqueado	Cónico
CATIE 57	Rojo	Rojo	Bloqueado	Bloqueado
Natallie	Rojo	Rojo	Bloqueado	Bloqueado
Magally	Rojo	Rojo	Bloqueado	Bloqueado
Tecun	Rojo	Café	Bloqueado	Bloqueado
PS4212	Rojo	Rojo	Bloqueado	Bloqueado
Cortés	Rojo	Rojo	Bloqueado	Bloqueado

Anexo 6. Características morfológicas en donde se encontraron diferencias entre las 11 variedades de tomate en ambiente protegido y campo abierto en Honduras.

Variedades Tomate	Color fruto/inmaduro		Nervadura de calyx		Color de la pulpa		Forma transversal		Forma del pistilo	
	Abierto	Protegido	Abierto	Protegido	Abierto	Protegido	Abierto	Protegido	Abierto	Protegido
AVTO1426	Verde	Verde	Intermedia	Intermedia	Roja	Naranja	Redonda	Redonda	Estrellado	Irregular
AVTO1421	Verde	Verde	Intermedia	Intermedia	Roja	Roja	Redonda	Redonda	Estrellado	Punteado
AVTO1423	Verde	Verde claro	Intermedia	Intermedia	Roja	Roja	Redonda	Redonda	Irregular	Irregular
AVTO1420	Verde	Verde claro	Ligera	Ligera	Roja	Roja	Redonda	Redonda	Punteado	Punteado
AVTO1424	Verde claro	Verde claro	Ligera	Ligera	Naranja	Naranja	Redonda	Redonda	Punteado	Punteado
AVTO1417	Verde	Verde claro	Intermedia	Intermedia	Naranja	Roja	Redonda	Redonda	Punteado	Punteado
AVTO1288	Verde claro	Verde claro	Muy ligera	Muy ligera	Roja	Roja	Redonda	Redonda	Punteado	Punteado
AVTO1289	Verde claro	Verde claro	Muy ligera	Muy ligera	Roja	Roja	Redonda	Redonda	Punteado	Punteado
AVTO1219	Verde claro	Verde	Ligera	Muy ligera	Roja	Roja	Redonda	Redonda	Estrellado	Estrellado
CATIE 51	Verde	Verde	Intermedia	Intermedia	Naranja	Naranja	Angular	Angular	Punteado	Punteado
Ponny	Verde	Verde	Muy ligera	Muy ligera	Roja	Roja	Redonda	Angular	Estrellado	Punteado

Anexo 7. Características en donde no se encontraron diferencias entre las 11 variedades de tomate en ambiente protegido y en campo abierto en Honduras.

Variedades Tomate	Hábito de crecimiento		Tipo de hoja		Color de la corola		Densidad de la hoja	
	Abierto	Protegido	Abierto	Protegido	Abierto	Protegido	Abierto	Protegido
AVTO1426	Determinado	Determinado	Estándar	Estándar	Amarilla	Amarilla	Intermedia	Intermedia
AVTO1421	Determinado	Determinado	Estándar	Estándar	Amarilla	Amarilla	Intermedia	Intermedia
AVTO1423	Determinado	Determinado	Estándar	Estándar	Amarilla	Amarilla	Escasa	Intermedia
AVTO1420	Determinado	Determinado	Estándar	Estándar	Amarilla	Amarilla	Intermedia	Intermedia
AVTO1424	Determinado	Determinado	Estándar	Estándar	Amarilla	Amarilla	Escasa	Intermedia
AVTO1417	Determinado	Determinado	Estándar	Estándar	Amarilla	Amarilla	Intermedia	Intermedia
AVTO1288	Determinado	Determinado	Estándar	Estándar	Amarilla	Amarilla	Escasa	Intermedia
AVTO1289	Determinado	Determinado	Estándar	Estándar	Amarilla	Amarilla	Escasa	Intermedia
AVTO1219	Determinado	Determinado	Estándar	Estándar	Amarilla	Amarilla	Densa	Intermedia
CATIE 51	Determinado	Determinado	Estándar	Estándar	Amarilla	Amarilla	Densa	Intermedia
Ponny	Determinado	Determinado	Estándar	Estándar	Amarilla	Amarilla	Intermedia	Intermedia

Características en donde no se encontraron diferencias entre las 11 variedades de tomate en ambiente protegido y en campo abierto en Honduras.

Variedades de tomate	Densidad de la hoja		Tamaño de la fruta		Zonas verdes		Color fruto maduro		Color de la piel	
	Abierto	Protegido	Abierto	Protegido	Abierto	Protegido	Abierto	Protegido	Abierto	Protegido
AVTO1426	Intermedia	Intermedia	Pequeño	Pequeño	No	No	Rojo	Rojo	Amarilla	Amarilla
AVTO1421	Intermedia	Intermedia	Intermedio	Intermedio	No	No	Rojo	Rojo	Amarilla	Amarilla
AVTO1423	Escasa	Intermedia	Pequeño	Pequeño	No	No	Rojo	Rojo	Amarilla	Amarilla
AVTO1420	Intermedia	Intermedia	Pequeño	Intermedio	No	No	Rojo	Rojo	Amarilla	Amarilla
AVTO1424	Escasa	Intermedia	Intermedio	Intermedio	No	No	Rojo	Rojo	Amarilla	Amarilla
AVTO1417	Intermedia	Intermedia	Intermedio	Intermedio	No	No	Rojo	Rojo	Amarilla	Amarilla
AVTO1288	Escasa	Intermedia	Intermedio	Intermedio	No	No	Rojo	Rojo	Amarilla	Amarilla
AVTO1289	Escasa	Intermedia	Intermedio	Intermedio	No	No	Rojo	Rojo	Amarilla	Amarilla
AVTO1219	Densa	Intermedia	Pequeño	Intermedio	No	No	Rojo	Rojo	Amarilla	Amarilla
CATIE 51	Densa	Intermedia	Intermedio	Intermedio	No	No	Rojo	Rojo	Amarilla	Amarilla
Ponny	Intermedia	Intermedia	Intermedio	Intermedio	No	No	Rojo	Rojo	Amarilla	Amarilla

Características en donde no se encontraron diferencias entre las 11 variedades de tomate en ambiente protegido y en campo abierto en Honduras.

Variedades de tomate	Agrietado radial		Hinchazón				Firmeza del fruto	
	Abierto	Protegido	Abierto	Protegido	Abierto	Protegido	Abierto	Protegido
AVTO1426	No	No	No	No	Media	Firme	Uníparo	Uníparo
AVTO1421	Ligero	No	No	No	Media	Media	Uníparo	Uníparo
AVTO1423	No	No	No	No	Media	Media	Uníparo	Uníparo
AVTO1420	No	No	No	No	Media	Media	Uníparo	Uníparo
AVTO1424	No	No	No	No	Media	Firme	Uníparo	Uníparo
AVTO1417	No	No	No	No	Firme	Media	Uníparo	Uníparo
AVTO1288	No	No	No	No	Firme	Media	Uníparo	Uníparo
AVTO1289	No	No	No	No	Media	Firme	Uníparo	Uníparo
AVTO1219	No	No	No	No	Firme	Firme	Uníparo	Uníparo
CATIE 51	No	No	No	No	Firme	Media	Uníparo	Uníparo
Ponny	No	No	No	No	Firme	Firme	Uníparo	Uníparo