

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO**

**DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA  
INSTITUTO DE HORTICULTURA**

**CONTROL QUÍMICO DEL CARBÓN BLANCO (*Entyloma australe* Speng.) EN  
TOMATE DE CASCARA (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.)**

**TESIS  
QUE COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA**

**PRESENTA  
CRISTHYAN DAVID MONCAYO PÉREZ**



**DIRECCION GENERAL ACADÉMICA  
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES  
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES**

**DICIEMBRE DE 2015  
CHAPINGO, ESTADO DE MÉXICO**



**Instituto de Horticultura**

**CONTROL QUÍMICO DEL CARBÓN BLANCO (*Entyloma australe* Speg.) EN  
TOMATE DE CASCARA (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.)**

Tesis realizada por **Cristhyan David Moncayo Pérez** bajo la dirección del  
Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito  
parcial para obtener el grado de:

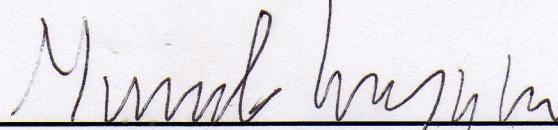
MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

DIRECTOR



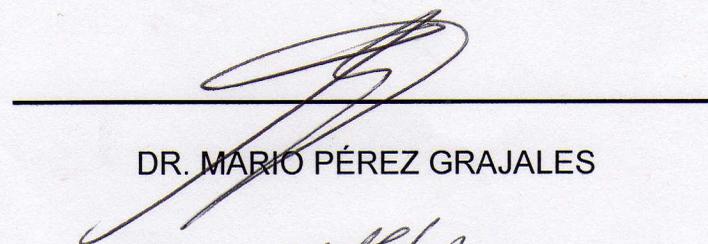
DR. AURELIANO PEÑA LOMELÍ

ASESOR:



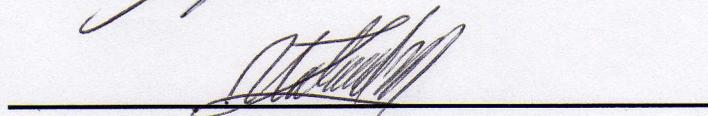
DR. SANTOS GERARDO LEYVA MIR

ASESOR:



DR. MARIO PÉREZ GRAJALES

ASESOR:



M.C. NATANAEL MAGAÑA LIRA

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo con mucho amor a mi familia, especialmente a mis padres: Marisol Pérez Hernández y Paulo César Moncayo Ramos, que por medio de su cariño, enseñanzas, confianza y apoyo incondicional me han permitido alcanzar innumerables logros.

A mis hermanos Alejandro, Jacqueline y Nancy, a quien quiero mucho y agradezco su incondicional apoyo y consejos.

A mis compañeros de generación en esta maestría: Efren, Aldo, Carolina Cristian y Laura. Gracias por el cariño y los momentos agradables que me regalan cada día.

A Yolanda Estela Miranda Angeles, gracias por estos maravillosos años contigo, a tus enseñanzas, consejos y apoyo incondicional; siempre estarás en mi corazón.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Autónoma Chapingo, maravillosa institución que me ha forjado profesionalmente.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por haberme otorgado la beca que hizo posible lograr un grado más en mi formación profesional.

A mi comité asesor: Dr. Aureliano Peña Lomelí, Dr. Santos Gerardo Leyva Mir, Dr. Mario Pérez Grajales, M.C. Natanael Magaña Lira del Departamento de Fitotecnia y Parasitología Agrícola, por su apoyo, enseñanzas y experiencia para realizar este trabajo de investigación.

Al Instituto de Horticultura del Departamento de Fitotecnia por darme la oportunidad de realizar mis estudios de posgrado.

Al personal técnico del invernadero: Cesar y Omar, amigos y colegas de trabajo.

A todos los profesores del Posgrado de Horticultura que contribuyeron en mi formación profesional.

## DATOS BIOGRÁFICOS

Cristhyan David Moncayo Pérez nació el 09 de Noviembre de 1989 en la Delegación Iztapalapa Distrito Federal. Realizó sus estudios de licenciatura en el Departamento de Parasitología Agrícola en la Universidad Autónoma Chapingo, generación 2008-2012.

Participó en el proyecto “APOYO AL PROYECTO VIABILIDAD GENÉTICA, EPIDEMIOLOGÍA Y MANEJO INTEGRADO DE *Micosphaerella fijiensis*”. Estancia pre-profesional realizada en la empresa Químicos y Lubricantes S.A., perteneciente al grupo corporativo DISAGRO en la sede de la Ciudad de Estelí, Nicaragua.

- Impartición de charlas técnicas sobre hongos fitopatógenos en Estelí, Nicaragua.
- Establecimiento de parcelas de investigación en Estelí, Nicaragua.
- Visita a campo en zonas productoras de tabaco en Estelí, Nicaragua.
- Capacitaciones técnicas en manejo de hongos fitopatógenos en Estelí, Nicaragua.

En enero de 2014 ingresó a la Maestría en Ciencias en Horticultura en el Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo.

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.	Escala de doble dígito modificada.....	28
Cuadro 2.	Análisis de varianza de 10 variables de cuatro variedades de tomate de cáscara ( <i>Physalis ixocarpa</i> Brot. ex Horm.). Ciclo primavera verano 2014. ....	33
Cuadro 3.	Análisis de varianza de 14 variables de cuatro variedades de tomate de cáscara ( <i>Physalis ixocarpa</i> Brot. ex Horm.). Ciclo primavera verano 2015.....	35
Cuadro 4.	Comparación de medias de 10 variables de tomate de cáscara ( <i>Physalis ixocarpa</i> Brot. ex Horm.). Ciclo primavera-verano 2014.....	37
Cuadro 5.	Comparación de medias de 14 variables de tomate de cáscara ( <i>Physalis ixocarpa</i> Brot. ex Horm.). Ciclo primavera verano 2015.....	40

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Rendimiento por planta del segundo corte, para cuatro variedades de tomate de cáscara ( <i>Physalis ixocarpa</i> Brot. ex Horm.) establecidas en dos ambientes diferentes.....	42
Figura 2.	Severidad del cuarto muestreo, para cinco tratamientos en el control del carbón blanco ( <i>Entyloma australe</i> Speg.) establecido en dos ambientes.....	44
Figura 3.	Severidad del quinto muestreo, para cinco tratamientos en el control del carbón blanco ( <i>Entyloma australe</i> Speg.) establecido en dos ambientes diferentes.....	45
Figura 4.	Rendimiento por planta en el corte uno, para cinco tratamientos en el control del carbón blanco ( <i>Entyloma australe</i> Speg.) en tomate de cáscara ( <i>Physalis ixocarpa</i> Brot. ex Horm.) establecido en dos ambientes diferentes.....	47
Figura 5.	Rendimiento por planta en el corte dos, para cinco tratamientos en el control del carbón blanco ( <i>Entyloma australe</i> Speg.) en tomate de cáscara ( <i>Physalis ixocarpa</i> Brot. ex Horm.) establecidos en dos ambientes diferentes. ....	48
Figura 6.	Rendimiento total por planta, para cinco tratamientos en el control del carbón blanco ( <i>Entyloma australe</i> Speg.) en tomate de cáscara ( <i>Physalis ixocarpa</i> Brot. ex Horm.) establecido en dos ambientes diferentes.....	49
Figura 7.	Incidencia en el segundo muestreo, para cinco tratamientos en el control del carbón blanco ( <i>Entyloma australe</i> Speg.) en cuatro variedades de tomate de cáscara ( <i>Physalis ixocarpa</i> Brot ex Horm.).....	51
Figura 8.	Severidad en el tercer muestreo, para cinco tratamientos en el control del carbón blanco ( <i>Entyloma australe</i> Speg.) en cuatro variedades de tomate de cáscara ( <i>Physalis ixocarpa</i> Brot ex Horm.).....	52
Figura 9.	Rendimiento por planta en el corte dos, para cinco tratamientos en el control del carbón blanco ( <i>Entyloma australe</i> Speg.) establecidas en cuatro variedades de tomate de cáscara ( <i>Physalis ixocarpa</i> Brot ex Horm.). ....	53

## ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Objetivos.....	3
1.1.1 Objetivo general.....	3
1.1.2 Objetivos particulares .....	3
1.2 Hipótesis .....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	5
2.1 Generalidades del cultivo.....	5
2.1.1 Origen.....	5
2.1.2 Importancia económica.....	5
2.2 Características botánicas.....	7
2.2.1 Taxonomía.....	7
2.2.2 Fisiología.....	7
2.2.3 Descripción morfológica .....	8
2.2.4 Composición nutricional.....	9
2.3 Requerimientos ecológicos del cultivo.....	9
2.4 Características de las variedades de tomate de cáscara en estudio.....	10
2.5 Aspectos fitosanitarios.....	12
2.5.1 Plagas.....	12
2.5.2 Enfermedades .....	13
2.6 Generalidades de <i>Entyloma sp.</i> .....	14
2.6.1 <i>Entyloma browalliae</i> Sydow .....	15
2.6.2 <i>Entyloma nierenbergiae</i> Lagerheim.....	15
2.6.3 <i>Entyloma petuniae</i> Speg. ....	16
2.6.4 <i>Entyloma australe</i> Speg. ....	16
2.7 Fungicidas evaluados.....	19
2.7.1 Triazoles.....	19
2.7.2 Uso de Folicur® 250 EW (Tebuconazole) en el control de fitopatóge .....	20
2.7.3 Uso de Tilt® 250 CE (Propiconazol) en el control de fitopatógenos .....	21
2.7.4 Uso de Daconil® 720 SC (Chlorothalonil) en el control de fitopatógenos .	22
2.7.5 Uso de Vitavax® (Carboxín + Thiram) en el control de fitopatógenos.....	23

<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	24
<b>3.1</b> Localización del experimento .....	24
<b>3.2</b> Diseño de tratamientos.....	24
<b>3.3</b> Diseño experimental .....	25
<b>3.4</b> Establecimiento y conducción de los ensayos .....	26
<b>3.5</b> Variables respuesta .....	27
<b>3.6</b> Análisis estadístico.....	29
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	32
<b>4.1</b> Análisis de varianza .....	32
<b>4.1.1</b> Ciclo primavera verano 2014 .....	32
<b>4.1.2</b> Ciclo primavera verano 2015 .....	34
<b>4.2</b> Pruebas de comparación de medias.....	36
<b>4.2.1</b> Ciclo primavera verano 2014 .....	36
<b>4.2.2</b> Ciclo primavera verano 2015 .....	38
<b>4.3</b> Análisis de interacciones.....	41
<b>4.3.1</b> Interacción Ambiente x Variedad .....	41
<b>4.3.2</b> Interacción Ambiente x Producto .....	43
<b>4.3.3</b> Interacción Producto x Variedad .....	50
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	54
<b>VI. LITERATURA CITADA</b> .....	55

## I. INTRODUCCIÓN

En la horticultura los cultivos destinados al consumo nacional son importantes. Entre estos, el tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) es de los principales, pues forma parte de muchos platillos regionales de gran consumo. Su aprovechamiento data de los tiempos de la cultura Maya y más reciente de los Aztecas, donde ya constituía parte integral de la dieta de aquellos pueblos junto con el maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y chile (*Capsicum annum* L.); dicha especie es originaria de México y se encuentra de forma silvestre desde Centroamérica hasta los Estados Unidos de América (Valtierra y Ramos, 2003).

Durante el periodo 1990 a 2000, la producción de tomate de cáscara representó el 4.25 % de la superficie total de hortalizas en el país, donde se tiene un crecimiento promedio anual de 4.4 %. Alrededor del 81 % del tomate se produce en condiciones de riego, y el resto es de temporal. El estado con mayor superficie cosechada y volumen de producción es Sinaloa, seguido por Michoacán, Jalisco, Estado de México, Sonora y Puebla (Valtierra y Ramos, 2003).

Para combatir enfermedades es indispensable saber su agente causal. De lo contrario cualquier estrategia de control podría ser infructuosa o, eventualmente, agravar el estado sanitario del cultivo. Si no se conoce el patógeno podría estarse utilizando un mecanismo inapropiado contra algo desconocido. Un correcto diagnóstico provee una cantidad considerable de información básica para

seleccionar métodos acorde al organismo que está causando el problema (Ayala, 2008).

El tomate de cáscara, como la mayoría de las plantas cultivadas, es atacado por una gran diversidad de patógenos, los cuales generalmente originan grandes pérdidas. Los principales patógenos presentes son los virus y los hongos. Algunos ya han sido identificados pero otros aún no se conocen totalmente, aunque ocasionan serios daños. Tal es el caso del organismo causante de la enfermedad conocida por los agricultores como “Carbón blanco” u “Ojo de rana”, el cual no ha sido controlado satisfactoriamente y al interactuar con otros patógenos, o bien atacando solo, reduce considerablemente el rendimiento (Ayala, 2008). Dicha enfermedad se presenta ciclo tras ciclo, aumentando cada vez más su incidencia y, por lo tanto, causando más daños debido a que su control no es satisfactorio como consecuencia del desconocimiento cabal del agente causal.

Con base en lo anterior se planteó el presente trabajo de investigación, con los objetivos e hipótesis que a continuación se describen.

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 Objetivo general

Evaluar los daños causados por *Entyloma australe* Speg. en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot ex Horm), y estudiar alternativas de control químico.

### 1.1.2 Objetivos particulares

Evaluar el daño ocasionado por *Entyloma australe* Speg. sobre tomate de cáscara en dos ambientes de producción (acolchado y sin acolchado).

Evaluar el efecto de dos densidades de siembra sobre el daño causado por *Entyloma australe* Speg. en tomate de cáscara.

Evaluar la susceptibilidad a *Entyloma australe* Speg. en cuatro variedades de tomate de cáscara.

Evaluar el efecto de fungicidas (Folicur, Daconil, Vitavax y Tilt), en el control de *Entyloma australe* Speg. en tomate de cáscara.

## 1.2 Hipótesis

Las plantas establecidas bajo sistema de acolchado tendrán un mayor rendimiento.

El daño por *Entyloma australe* Speg. será mayor en la densidad más alta

Las variedades estudiadas son igualmente susceptibles a *Entyloma australe* Speg. pero difieren en su rendimiento.

Se obtendrá un control efectivo de *Entyloma australe* Speg. con al menos un producto evaluado.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Generalidades del cultivo

#### 2.1.1 Origen

El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) es una especie botánica, perteneciente a la familia de las solanáceas. Es conocido también como miltomate, tomatillo, tomate verde o tomate de fresadilla (Saray y Loya, 1978).

Es originario de Mesoamérica, de donde su nombre original en náhuatl es "tomātl" que significa "agua gorda" y pasó al español como "tomate". El hombre lo ha venido manejando desde tiempos precolombinos. Diversos hallazgos arqueológicos prueban que su uso en la alimentación y de forma medicinal en la población mexicana se remonta a tiempos precolombinos (Saray y Loya, 1978).

#### 2.1.2 Importancia económica

En los últimos años las hortalizas han cobrado un auge sorprendente desde el punto de vista de la superficie sembrada, así como en el aspecto social debido a la gran demanda de mano de obra y a la captación de divisas que se generan (López, 2009).

La superficie cosechada de tomate de cáscara ha aumentado desde 1932. Este cultivo adquirió importancia en los setenta y desde los ochenta se exporta en fresco o industrializado a los Estados Unidos de América. (Peña *et al.*, 2007). Esta hortaliza ha adquirido mayor relevancia en los últimos años debido a su fácil manejo, a la alta demanda, y a la intensificación de la tecnología de producción. Prueba de ello es que de 1990 al 2013 la producción nacional se incrementó de 272,628 a 588,224.94 t. En la actualidad es el séptimo cultivo hortícola después del jitomate (*Solanum lycopersicum* L.), chile (*Capsicum annuum* L.), papa (*Solanum tuberosum* L.), cebolla (*Allium cepa* L.), sandía (*Citrullus lanatus* [Thunb.] Matsum. & Nakai.) y pepino (*Cucumis sativus* L.). Es sembrado en 26 estados de la República Mexicana con una superficie total en 2013 de 44,522.36 ha, y con un rendimiento medio de 14.682 t ha<sup>-1</sup>. Destacan en su producción los estados de Jalisco, Nayarit, Sinaloa, Estado de México, Puebla y Michoacán (SIAP, 2015).

Desde varios puntos de vista, el cultivo del tomate verde es de extraordinario interés nacional. Forma parte de los productos básicos en la alimentación del mexicano junto con el maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y chile (*Capsicum annum* L.). Su importancia económica se ha incrementado dado que su cultivo se ha extendido a otros países con fines alimenticios y/o comerciales. Así mismo, en la medicina tradicional desde épocas remotas se ha usado para la cura de diversas enfermedades (Villatoro, 1998).

## **2.2 Características botánicas**

### **2.2.1 Taxonomía**

El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) pertenece a la familia Solanaceae y subfamilia Solanoideae, tribu Solaneae, que contiene 18 géneros. Dentro del género *Physalis* se ha estimado que existen alrededor de 80 especies, confinadas en su gran mayoría en zonas templadas y tropicales de América y muy pocas especies en el este de Asia, India, Australia, Europa y África tropical. De todas las especie de este género, aproximadamente 70 se encuentran en México (Santiaguillo *et al.*, 2010).

### **2.2.2 Fisiología**

La planta de tomate tiene un ciclo de vida de 70 a 110 días desde la germinación hasta la senescencia. El crecimiento al principio es lento, aproximadamente de 1 cm por día, a los 24 días el crecimiento se acelera en forma considerable, es más rápido a los 56 días y se estabiliza a los 70 días. El crecimiento continúa de forma más lenta hasta que comienzan a notarse síntomas de senescencia y la planta envejece rápidamente (Castillo *et al.*, 1991; Corona, 1993).

### **2.2.3 Descripción morfológica**

Es una planta herbácea, anual, de 40 a 120 cm de altura o más, dependiendo de los hábitos de crecimiento (Peña y Márquez, 1990).

Raíz. Típica, columnar, presenta ramificaciones profundas que pueden alcanzar hasta 60 cm o más. En el sistema de plantación sufre una modificación, transformándose en fibrosa y de poca penetración en el suelo (Peña y Márquez, 1990).

Tallo. Es herbáceo, y según su hábito de crecimiento su altura varía de 0.4 a 0.9 m (Maguchi, 1993), aunque puede llegar a medir de 1.1 a 1.3 m con ramificación dicotómica en las primeras fases de desarrollo. Tanto en hojas como en ramas se presentan pubescencia que va desapareciendo a medida que la planta crece (Saray y Loya, 1978).

Hojas. Son compuestas, erectas, alterna y lisas de consistencia blanda de forma ovalada, de 5 a 10 cm de largo por 4 a 6 cm de ancho; base atenuada, ápice agudo, con márgenes irregulares dentados, pero por lo general presenta seis dientes por cada lado, con peciolo de 4 a 6.5 cm de largo (Peña y Márquez, 1990).

Flores. Son hermafroditas, pequeñas y aparecen solitarias en las axilas de las hojas o en la parte terminal de las ramas; el cáliz es persistente con los sépalos parcialmente soldados, de color verde (Peña y Márquez, 1990).

Fruto. Baya amarilla o verdusca, esférica u ovoide; de tamaño variable de 1 a 6 cm de diámetro; de sabor ácido o dulce. El cáliz mide de 1.8 a 4.3 cm de largo por 2.5 a 6 cm de ancho, con costillas que en algunos casos son de color morado, pero en general son del mismo color del fruto; los peciolo miden de 0.6 a 1.0 cm de largo (Peña y Márquez, 1990).

#### **2.2.4 Composición nutricional**

Cada 10 g de fruto de tomate de cáscara contiene (Peña y Márquez, 1990):

1.0 g de proteínas.

0.7 g de grasas.

4.5 g de carbohidratos.

18 mg de calcio.

2.3 mg de hierro, tiamina, riboflavina, niacina, y ácido ascórbico.

#### **2.3 Requerimientos ecológicos del cultivo**

Temperatura. Las temperaturas óptimas que requiere el cultivo durante su desarrollo van de 20 a 32 °C. La germinación de 21 a 22 °C y el crecimiento vegetativo de 22 a 25 °C. Con temperaturas de 30 °C el crecimiento disminuye, y después de 40 °C puede cesar. En floración requiere de 30 a 32 °C. Temperaturas mayores a éstas pueden provocar deshidratación del tubo polínico,

lo que provoca una polinización incompleta y frutos mal formados (Montalvo, 1995).

Humedad. Las etapas críticas del cultivo corresponden a la germinación y la emergencia; además, se demanda suficiente agua poco después del trasplante. El resto del ciclo, que incluyendo la floración, es preferible que se encuentre con un contenido de humedad de alrededor de 60 % de la capacidad de campo. En condiciones de sequía, el tomate tiende a emitir rápidamente flores, acelera la maduración, los frutos son pequeños, en menor cantidad y con un sabor más ácido (Saray y Loya, 1978).

Suelo. El cultivo se desarrolla mejor en suelos arcillo-arenoso y con adecuada humedad, ya sea en regiones donde la precipitación sea suficiente para el desarrollo del cultivo o con disponibilidad de riego en regiones con baja precipitación (Saray, 1980).

#### **2.4 Características de las variedades de tomate de cáscara en estudio**

Manzano Tepetlixpa. Es un material de frutos dulces y de color amarillo que se distribuye principalmente en el Estado de México y Morelos (Cuautla). Es una variedad mejorada por selección. Su número de registro definitivo ante el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) es TOM-003-170908. Es una planta precoz, de porte erecto, con hojas elípticas de color verde y flores

de tamaño medio; sus frutos son grandes, con tres lóculos, amarillos y de firmeza media, con cobertura del cáliz completamente cerrada y acostillada. Presenta semillas medianas de color amarillo pardo (Sánchez y Peña, 2015).

Tecozautila 04. Presenta una pulpa de color verde, frutos muy grandes con semilla amarillo pardo y con vida de anaquel intermedia. Se distribuye principalmente en la región de Valles Altos, El Bajío y el Noroeste del país. Es una variedad mejorada por selección. Su número de registro definitivo ante el SNICS es TOM-010-170908. Es una planta de porte erecto con hojas elípticas de color verde y flores grandes; sus frutos son muy grandes con tres lóculos, de color verde, fuerte adherencia del cáliz al fruto y cobertura abierta y acostillada (Sánchez y Peña, 2015).

Diamante. Esta variedad se obtuvo a partir de un híbrido entre las variedades CHF1 Chapingo y Puebla SM3. Presenta una vida corta de anaquel con frutos de color verde, tamaño grande y precoz. Se adapta a las condiciones climáticas de la región Valles Altos. Es una variedad mejorada por selección. Su número de registro definitivo ante el SNICS es TOM-002-170908. Es una planta precoz de porte semierecto con hojas elípticas de color verde y flores de tamaño medio; sus frutos son grandes con tres lóculos, verdes y de firmeza media con cobertura del cáliz completamente cerrada. Presenta semillas grandes de color amarillo pardo (Sánchez y Peña, 2015).

Gema. Es una variedad sintética obtenida por selección que está en proceso de descripción para su registro ante el SNICS. Es de frutos muy grandes, verdes y de larga vida de anaquel.<sup>1</sup>

## **2.5 Aspectos fitosanitarios**

La producción de tomate de cáscara es afectada por diversas plagas y enfermedades, las cuales disminuyen la calidad del fruto y rendimiento, elevan los costos de producción y limitan su rentabilidad (Apodaca-Sánchez *et al.*, 2008).

### **2.5.1 Plagas**

Entre las principales plagas del tomate de cáscara se encuentran el pulgón (*Myzus persicae* Sulzer), picudo (*Trichobaris championi* Barber), barrenador del tallo o arrocillo (*Melanagromyza tomaterae* Steyskal), gusano del fruto (*Heliothis subflexa* Genée y *Helicoverpa zea* Buddie), minador (*Liriomiza* sp.), pulga saltona (*Epitrix cucumeris* Harris), trozadores (*Feltia* spp. y *Agrotis* spp.), mosquitas blancas (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood, *Bemisia tabaci* Geenadius), salerillo (*Bactericera* (=Paratrioza) *cockerelli* Sulzer), frailecillo (*Microdactylus mexicanus* Burmeister), diabrótica o doradilla (*Diabrotica*

---

<sup>1</sup> Comunicación personal. Dr. Aureliano Peña Lomelí. 2015. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Fitotecnia, área de Genética. Chapingo, Estado de México.

*undencimpunctata howardi* Barber), acalimas (*Acalymma* sp., *Acalymma trivittatum* Mannerheim) y catarinita (*Lema trilineata daturaphila* Kogan y Goeden) (Apodaca-Sánchez *et al.* 2008)

### **2.5.2 Enfermedades**

Las enfermedades han sido una limitante común en la producción agrícola, problema que ha sido objeto de atención desde hace muchos milenios. En la actualidad el estudio de las enfermedades en las plantas y su manejo sigue siendo de importancia fundamental para mantener y mejorar el suministro de alimentos. En los cultivos hortícolas, y en especial en el tomate de cáscara, es más difícil de producir ciclo tras ciclo, debido a varios factores, bióticos y abióticos, que afectan a la planta. Entre los factores bióticos, las enfermedades causadas por virus y hongos han adquirido mayor importancia en los últimos años en este cultivo, puesto que son capaces de ocasionar pérdidas de hasta un 70 % de la producción si no se controlan a tiempo; aunque son controlables, son un problema muy serio para los productores, debido a la gran cantidad de dinero que se invierte para su control, que de no realizarse a tiempo origina fuertes pérdidas en el cultivo (Piña, 1989).

Las enfermedades fungosas que se presentan con frecuencia son tizón foliar (*Alternaria solani*), moho gris (*Botrytis cinérea* Pers.), moho blanco o pudrición blanca (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) Sacc.), mancha de la hoja (*Cercospora physalidis* Ellis), cenicilla (*Oidium* sp.), carbón del tomate (*Entyloma australe* Speg.) y marchitez (*Fusarium oxysporum* Schlecht) (Mendoza, 1996).

También se ha documentado que el tomate de cáscara es afectado por el virus moteado amarillo del tomate el cual es transmitido por *M. persicae*; este virus es una variante del virus mosaico de la alfalfa (AMV). También se ha detectado la presencia de geminivirus que son transmitidos por *Bemisia tabaci* (Geenadius) y varias especies de chicharritas (De la Torre *et al.*, 2003).

## **2.6 Generalidades de *Entyloma* sp.**

El género *Entyloma* es el más extenso de la familia Tilletiaceae en cuanto el número de especies, pues de acuerdo a Hirschhorn (1986) contiene 151 especies descritas. No obstante, Zundel (1953) describe a 175 especies del mismo género. Streets (1979) señala que *Entyloma* sp. es un carbón foliar de plantas de hoja ancha, particularmente hortalizas. Sin embargo, cada especie de este género, por lo general, se confina a hospedantes de una sola familia botánica, o bien, muchas veces a una sola especie de esta familia, característica sumamente útil para su correcta y rápida identificación.

De acuerdo a Fischer (1953), Fischer y Holton (1957), Zundel (1953) y Hirschhorn (1986), las especies que parasitan a los miembros de la familia Solanaceae son *Entyloma browalliae* Sydow., *Entyloma nierenbergiae* Lager., *Entyloma petuniae* Speg. y *Entyloma australe* Speg.

### **2.6.1 *Entyloma browalliae* Sydow**

Zundel (1953) reporta que esta especie ataca a *Browallia demissa* L., en Costa Rica. Se manifiesta en forma de manchas circulares amarillentas a cafés, las cuales miden de 2 a 4 mm de diámetro. Las esporas son globosas, o subglobosas, algunas veces angulares, lisas, de color amarillento y miden de 10 a 12  $\mu$  de diámetro. La exospora es uniforme y con 2 a 3  $\mu$  de grosor.

### **2.6.2 *Entyloma nierenbergiae* Lagerheim**

Este patógeno ataca a *Nierenbergia apanthalata* H.B. y K. y a *Nierenbergia repens* Ruíz y Pav., en Ecuador. Este carbón forma manchas circulares de color pálido. Esta característica la presenta tanto en plantas adultas como en plántulas de *Nierenbergia*. Las esporas son globosas, pero la mayoría son angulosas, de color blanquecino a amarillento, con diámetro de 9 a 12  $\mu$  (Zundel, 1953).

### **2.6.3 *Entyloma petuniae* Speg.**

Según Zundel (1953) y Hirschhon (1986) este carbón ataca *Petunia nyctaginiflora* Juss., *Petunia violacea* Lindl. y *Petunia axillaris* (Lam) B. S. P., en Argentina. Ocasiona manchas blancas irregulares o redondas, dispersas o unidas, que miden de 0.5 a 3.0 cm de diámetro, donde se encuentran soros de color blanco-amarillentos. Las esporas se parecen a las de las especies anteriores, solo que estas son elipsoidales, brillantes, de color café violáceo y con un diámetro de 10 a 13  $\mu$ . Las exosporas tienen aproximadamente de 1 a 1.5  $\mu$  de grosor (Zundel, 1953).

### **2.6.4 *Entyloma australe* Speg.**

La enfermedad detectada y denominada comúnmente por los agricultores como “Ojo de Rana” o “Carbón Blanco” (*Entyloma australe* Speg) se reportó por primera vez en Luvianos y Villa Guerrero, Méx., por Piña (1989), cuyo nombre se debe por la apariencia de los síntomas que ocasiona en la planta.

Esta enfermedad se caracteriza por producir manchas café amarillentas, más o menos circulares y un poco levantadas en el envés, que dan la apariencia de ampollas (Romero, 1988).

## Taxonomía

<b>Reino</b>	<b>Fungi</b>
<b>División</b>	<u>Basidiomycota</u>
<b>Subdivisión</b>	<u>Ustilaginomycotina</u>
<b>Clase</b>	<u>Exobasidiomycetes</u>
<b>Orden</b>	<u>Entylomatales</u>
<b>Familia</b>	<u>Entylomataceae</u>
<b>Género</b>	<u>Entyloma</u>
<b>Especie</b>	<i>Entyloma australe</i> Speg.

## Síntomas

De acuerdo a Fischer (1953) el género *Entyloma* sp. se caracteriza por Soros en la hojas y peciolas, rara vez en la inflorescencia, que forman manchas conspicuas de color blanquecino, irregulares, pero por lo general de circulares a elípticas y en algunas especies con conidios sobre la superficie. Las esporas son unicelulares, usualmente lisas y más o menos globosas, de hialinas a verde-pálido, amarillentas a cafés, rara vez oscuras. Aunque las esporas se producen individualmente y se separan al madurar, en ocasiones permanecen unidas por una cubierta hialina y gelatinosa, formando grupos irregulares de dos o más.

Zundel (1953) reporta que las especies de este género forman dentro del tejido soros que por lo general se encuentran en manchas blanquecinas no muy deformes. Las esporas son producidas terminal o intercaladamente por un micelio

fuerte que se separa a la maduración, aunque algunas veces las esporas quedan adheridas soportando la presión que ejerce mutuamente.

## **Morfología**

Zundel (1953) y Holliday (1980) coinciden en que las esporas al germinar producen un promicelio corto, el cual origina terminalmente un grupo de esporidias secundarias o conidios que son las unidades infectivas. Los conidios son hialinos, elongados, en su mayor parte del tipo *Protomyces microsporus* Ung. Estos se forman en el mismo lugar donde germinan las esporas y salen al exterior a través de los estomas.

Debido a las características de las esporidias, Streets (1979) señala que este patógeno se puede confundir con un hongo imperfecto. A diferencia de Streets (1979), Holliday (1980) indica que las especies de *Entyloma* también pueden atacar algunas veces a los tallos.

## **2.7 Fungicidas evaluados**

### **2.7.1 Triazoles**

Los triazoles son un grupo de fungicidas que inhiben el citocromo P-450 de la monooxygenasa que cataliza la reacción de metilación de la enzima C<sub>14</sub>-desmetilasa, en el ciclo de la biosíntesis del ergosterol. Son llamados dimetil (DMI's) porque inhiben el proceso de metilación (Marín y Romero, 1992). Esta acción tiene como consecuencia la ruptura de la membrana semipermeable con la consiguiente pérdida de solutos de las células (Ramos, 1989). La propiedad general del triazol es que tiene una amplia variabilidad química sin pérdida de sus propiedades biológicas, y alta eficiencia contra numerosos hongos fitopatógenos. Algunos triazoles presentan actividad sistémica, tienen actividades protectoras, curativas y erradicativas; son empleados en dosis bajas, tienen una amplia actividad contra hongos patógenos humanos, presentan actividad contra bacterias gram-positiva y tienen funciones de reguladores de crecimiento en plantas. Este grupo posee diversos miembros como ciproconazol, flusilazol, flutiazol, metconazol, miclobutanil, propiconazol, protioconazol, tebuconazol y tetraconazol (Villeda, 1998); tiene un amplio espectro protectante y actividad curativa en áreas foliares, raíces y en enfermedades como manchas foliares, cenicillas, mildius polvorientos, royas y otras causadas por ascomicetes imperfectos, y basidiomicetes. Los triazoles también pueden ser aplicados en aspersiones foliares, en tratamientos al suelo y a la semilla (Agrios, 1988).

### 2.7.2 Uso de Folicur® 250 EW (Tebuconazole) en el control de fitopatógenos

EL tebuconazol pertenece al grupo de los triazoles. Actúa como inhibidor de la síntesis del Ergosterol. Sin embargo, sus cualidades intrínsecas le conceden una particular efectividad y rapidez de acción evidenciando desarreglo en el metabolismo de los hongos susceptibles, deteniendo las estructuras de las paredes celulares y deteniendo el crecimiento del tubo germinativo, haustorios y demás órganos de fijación. Su alta sistematicidad le permite una rápida penetración y movimiento en el tejido vegetal en donde se distribuye uniformemente (Bayer, 2010). Como otros azoles, impide la desmetilización del C<sub>14</sub> del lanosterol que da lugar a la acumulación de trimetilesteroles, pero tebuconazol, en un paso posterior, impide la deshidrogenación con lo que también se produce una acumulación de otros esteroides. Por su actividad sistémica, proporciona un buen control de las enfermedades internas y externas en la superficie externa de semillas. En la planta se trasloca en sentido acrópeto, de forma que es absorbido por el vegetal y traslocado hacia los meristemas terminales en los que se acumula ligeramente. Es poco móvil y por tanto no se lixivia. En el agua se hidroliza y se fotoliza con una vida media de unos 28 días. Las especies con las que se han experimentado destacan la roya amarilla del trigo *Puccinia striiformis* (Delgado *et al.*, 2005), *Puccinia allii* (roya del ajo y de la cebolla), *Puccinia* spp. (roya de los cereales), *Pyrenophora teres* (helminthosporiosis), *Sclerotinia sclerotiorum* (podredumbre blanca), *Phodosphaera pannosa* (oidio del durazno y rosál), *Spilocaea oleoginae* (repilo del olivo), *Pleospora herbarum* (mancha gris de la hoja), *Tilletia caries* (caries o

tizón del trigo), *T. foetida* (caries o tizón de los cereales), *Urocystis cepulae* (roya del ajo y de la cebolla), *Uromyces appendicularius* (roya de la judía), *Ustilago avenae* (carbón desnudo de la avena), *U. nuda* (carbón desnudo de la cebada y del trigo) y otras enfermedades causadas por basidiomicetes (Orozco-Santos, 2008). En el control de las moniliasis ha sido ocupado en forma grupal con otros fungicidas como el Triadimenol, Propineb y Trifloxystrobin (Ayala, 2008).

### **2.7.3 Uso de Tilt® 250 CE (Propiconazol) en el control de fitopatógenos**

El Propiconazol inhibe la enzima que cataliza la reacción de desmetilación del C14, en la biosíntesis del ergosterol; por lo cual, es conocido como inhibidor de la demetilación (Jones, 2000). Es un fungicida altamente sistémico a baja concentración, controla deuteromicetos, ascomicetos y basidiomiceto. Es absorbido por las hojas y tallos de los cereales dentro de las 24 horas de la aplicación, y transportando acrópetalmente en la planta (Sheinphflug y Kukck, 1987). Este producto se absorbe por las hojas y tallos en un periodo de tiempo relativamente corto dependiendo del cultivo y de las condiciones ambientales. El movimiento sistémico asegura una distribución uniforme del producto dentro de la planta y una protección limitada del nuevo crecimiento (Anonimo, 1986).

En el control de la roya amarilla en trigo (*Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*) el Propiconazol fue uno de los que brindó el mejor resultado a los 15 después de la aplicación, con un 94.1 % de control (Delgado *et al.*, 2005). Murillo y González (1984) evaluaron el Propiconazol en *M. royeri* en pruebas *in vitro* a 1 y 10 mg L<sup>-1</sup>. Estas pruebas mostraron poca eficiencia en el control de conidios y desarrollo micelial.

#### **2.7.4 Uso de Daconil® 720 SC (Chlorothalonil) en el control de fitopatógenos**

Su nombre químico es tetracloroisoftalonitrilo, su ingrediente activo es Clorotalonil, y pertenece al grupo químico aromático. Es un fungicida de contacto, de amplio espectro, que posee acción preventiva y evita la generación de resistencias. Su modo de acción es intervenir en el metabolismo energético de la célula. Se destaca por su persistencia y tolerancia al lavado de lluvias y riego. Es efectivo contra una amplia gama de hongos fitopatógenos. Está descrito para controlar *B. cinérea* en vides, pisqueras, papas, tomates, ajos, puerros, pinos y eucalipto entre otros. Chincilla y Mora (1986) evaluaron el Clorotalonil en *Septoria aplicola* en apio; las aplicaciones semanales de Clorotalonil con Hidróxido de Cobre redujeron drásticamente la severidad del ataque de *S. aplicola*. Morales (2001) realizó aplicaciones de Clorotalonil para el control de *Phytophthora infestans* en papa, donde las aplicaciones del fungicida redujeron significativamente la infección foliar causada por el patógeno sin afectar los rendimientos ni la calidad de los tubérculos. Murillo y González (1984) al aplicar

Clorotalonil sobre *Moniliophthora roreri* encontró efecto en campo de 31 % de incidencia con respecto al testigo que fue de 93 % de incidencia.

#### **2.7.5 Uso de Vitavax® (Carboxín + Thiram) en el control de fitopatógenos**

Protege semillas y plantas para buenas cosechas. Es un fungicida líquido floable para el tratamiento de semillas que combina el efecto vía sistémica del carboxin con la acción por contacto del thiram, para controlar los patógenos que atacan las semillas durante la germinación de las plantas de cereales (trigo, cebada, avena, arroz), y de otras como soya, frijol, garbanzo y cacahuate, a fin de lograr buenos rendimientos (Bayer, 2009).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Localización del experimento**

El experimento en su fase de campo (en ambos años) se realizó en el Lote Experimental X-3 del Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, a una altitud de 2250 m.s.n.m. y localizado en las coordenadas geográficas 19° 29' 20.4" de latitud Norte y 98° 52' 26.7" longitud Oeste. El clima predominante en Chapingo, México es Cb (Wo)(W)b(i'), definido como subhúmedo con lluvias en verano, con precipitación invernal menor al 5 %, con un poco de oscilación térmica y veranos frescos; régimen de precipitación media anual de 636 mm. La temperatura media anual se ubica entre 12 y 18 °C, con variación menor a 5 °C (García, 1988).

#### **3.2 Diseño de tratamientos**

Para el experimento en el ciclo primavera – verano 2014 se estudiaron tres factores: ambiente, densidad y variedad. Para el factor ambiente se manejaron dos niveles: acolchado (cubierta de polietileno bicapa negro plateado, de calibre 600) y sin acolchado. Se establecieron dos niveles para el factor densidad; hilera sencilla (162 plantas por unidad experimental, equivalente a 27,639 plantas/ha), e hilera doble (324 plantas por unidad experimental, equivalente a 55,278 plantas/ha). Los niveles del factor variedad fueron Manzano Tepetlixpa,

Diamante, Gema y Tecozautla 04. El diseño de tratamientos fue factorial completo, con dos ambientes, dos densidades y cuatro variedades.

Para el experimento en el ciclo primavera – verano 2015 se estudiaron tres factores: ambiente, variedad y producto. Para el factor ambiente se manejaron dos niveles: acolchado y sin acolchado. Los cuatro niveles del factor variedad fueron Manzano Tepetlixpa, Diamante, Gema y Tecozautla 04. Para el factor producto se empleó Tilt® (Propiconazol), Folicur® (Trbuconazol), Vitavax® (Carboxín + Thiram), Daconil® (Clorotalonil) y un Testigo (sin aplicación). El diseño de tratamientos fue factorial completo, con dos ambientes, cuatro variedades y cuatro productos más un testigo.

### **3.3 Diseño experimental**

En ambos ciclos se estableció una serie de experimentos a través de los ambientes, acolchado y sin acolchado. Cada experimento se condujo en parcelas divididas en bloques al azar.

En el ciclo primavera – verano 2014 la parcela grande correspondió a las densidades y la parcela chica a las variedades. La unidad experimental (UE) constó de seis surcos de 1.5 m de ancho y 8 m de largo.

En el ciclo primavera – verano 2015 la parcela grande fueron las variedades y la parcela chica los productos. La UE constó de tres surcos de 1.5 m de ancho y 10 m de largo.

### **3.4 Establecimiento y conducción de los ensayos**

En el ciclo primavera–verano 2014 la siembra se realizó el 22 de febrero. Se utilizó sustrato comercial tipo peat-moss y charolas de poliestireno de 200 cavidades. Se depositaron de dos a tres semillas por cavidad. Posteriormente se realizó un aclareo, dejando una planta por cavidad. La planta se mantuvo en condiciones de invernadero por 37 días. Las plántulas se regaron cada tercer día con solución nutritiva de Steiner al 50 % (Steiner, 1984) por tres semanas y posteriormente los riegos fueron diarios con solución nutritiva de Steiner al 100 %. El terreno para ambos ambientes se preparó con un barbecho y un rastreo cruzado. Posteriormente se realizó el surcado a distancia de 1.5 m. Todas las actividades se llevaron a cabo de forma mecánica y con los implementos correspondientes a cada labor. Se colocó una cintilla por surco de 16 mm de diámetro, gasto de 1.5 l h<sup>-1</sup>, y espacio entre goteros de 33 cm. Para el Ambiente bajo Acolchado se empleó una cubierta de polietileno bicapa negro/plateado de calibre 600 y 1.2 m de ancho, el cual se instaló de forma mecánica.

El trasplante se realizó por la mañana a los 37 días después de la siembra, a una distancia de 30 cm entre plantas. Se aplicó una fertilización de fondo con la dosis 100 N – 100 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 50 K<sub>2</sub>O, con los productos comerciales Urea, Fosfato Diamónico y Cloruro de Potasio. Durante el desarrollo del cultivo se aplicaron 50 kg de Urea por hectárea cada semana, en el riego. La nutrición se complementó con aplicaciones de fertilizante foliar líquido (Bayfolan Forte® + Adherente) para aportar elementos menores.

Las plagas fueron controladas con el producto Iguana® (Metomilo). La maleza se controló con escardas y en forma manual.

En el ciclo primavera – verano 2015 la siembra se realizó el 28 de febrero. El manejo del semillero fue el mismo que en el ciclo anterior, al igual que la preparación del terreno.

Se colocó una manguera por surco con goteros autocompensados y espaciados a 30 cm. Para el ambiente con acolchado se empleó la misma cubierta que en el ciclo 2014.

El trasplante se realizó por la mañana a los 47 días después de la siembra, a una distancia de 30 cm entre plantas. Las fertilizaciones y control de plagas, así como de malezas, se efectuaron de manera similar al ciclo anterior.

### **3.5 Variables respuesta**

En el ciclo primavera verano 2014 las variables evaluadas se describen a continuación. Incidencia (número de plantas enfermas por evaluación), la cual se realizó a partir de los 15 días después del trasplante (ddt), cada 15 días para un total de cinco muestreos. Severidad (porcentaje de afectación), utilizando la escala conocida como doble dígito propuesta por Saari y Prescott (1986) modificada. La escala de doble dígito precisa a través del primer dígito la ubicación o altura de la enfermedad en la planta, y el segundo dígito indica el

nivel o porcentaje de afectación (Cuadro 1). Las evaluaciones de severidad se realizaron cada 15 días a partir de los 15 ddt. Rendimiento de fruto (kg), peso de 10 frutos (kg) y rendimiento total por planta (kg), las cuales se evaluaron 85 ddt. Para incidencia y severidad se muestrearon cinco plantas de cada surco de la UE, y para el resto de las variables se consideró el total de plantas.

Cuadro 1 Escala de doble dígito modificada

NIVEL	PORCENTAJE
1	0
2	25
3	50
4	75
5	100

En el ciclo primavera – verano 2015 las variables evaluadas fueron incidencia, severidad y rendimiento. Las aplicaciones de productos de control se realizaron a los 35, 72 y 94 días después de siembra, a una dosis de 2 ml l<sup>-1</sup> de agua. El rendimiento por planta 1 (kg) y peso de 10 frutos 1 (kg) se evaluaron a los 63 días ddt. El rendimiento por planta 2 (kg) y peso de 10 frutos 2 (kg) se evaluaron a los 73 días ddt. Una vez conjuntados los datos se obtuvo el rendimiento total por planta (kg) y el peso promedio de 10 frutos (kg). Para incidencia y severidad se hicieron cinco muestreos en el surco central de cada UE. Para el resto de las variables se consideró el total de plantas por UE.

### 3.6 Análisis estadístico

Se realizó un Análisis de Varianza (ANAVA) con el uso del Programa Estadístico SAS Versión 9.0 (SAS Institute Inc., USA).

#### Modelo lineal para el ciclo primavera – verano 2014

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + \beta_{(i)l} + B_j + \varepsilon_{il}^a + C_k + AB_{ij} + AC_{ik} + BC_{jk} + ABC_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}^b$$

Donde:

$Y_{ijkl}$  = Respuesta obtenida en la l-ésima repetición del i-ésimo ambiente, para la j-ésima densidad y la k-ésima variedad.

$\mu$  = Efecto medio general

$A_i$  = Efecto del i-ésimo nivel del factor ambiente.  $i = 1, 2$ .

$\beta_{(i)l}$  = Efecto del l-ésimo bloque anidado en el i-ésimo ambiente.  $l = 1, 2, 3, 4$ .

$B_j$  = Efecto del j-ésimo nivel del factor densidad.  $j = 1, 2$ .

$\varepsilon_{il}^a$  = Error a, aleatorio.

$C_k$  = Efecto del k-ésimo nivel del factor variedad.  $k = 1, 2, 3, 4$ .

$AB_{ij}$  = Efecto de la interacción entre el i-ésimo nivel del factor ambiente y el j-ésimo nivel del factor densidad.

$AC_{ik}$  = Efecto de la interacción entre el i-ésimo nivel del factor ambiente y el k-ésimo nivel del factor variedad.

$BC_{jk}$  = Efecto de la interacción entre el j-ésimo nivel del factor densidad y el k-ésimo nivel del factor variedad.

$ABC_{ijk}$  = Efecto de la interacción entre el i-ésimo nivel del factor ambiente, el j-ésimo nivel del factor densidad y el k-ésimo nivel del factor variedad.

$\epsilon_{ijkl}^b$  = Error b, aleatorio.

### **Modelo lineal para el ciclo primavera – verano 2015**

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + \beta_{(i)l} + B_j + \epsilon_{il}^a + C_k + AB_{ij} + AC_{ik} + BC_{jk} + ABC_{ijk} + \epsilon_{ijkl}^b$$

Donde:

$Y_{ijkl}$  = Respuesta obtenida en la l-ésima repetición del i-ésimo ambiente, para la j-ésima variedad y el k-ésimo producto.

$\mu$  = Efecto medio general

$A_i$  = Efecto del i-ésimo nivel del factor ambiente.  $i = 1, 2$ .

$\beta_{(i)l}$  = Efecto del l-ésimo bloque anidado en el i-ésimo ambiente.  $l = 1, 2, 3, 4$ .

$B_j$  = Efecto del j-ésimo nivel del factor variedad.  $j = 1, 2, 3, 4$ .

$\epsilon_{il}^a$  = Error a, aleatorio.

$C_k$  = Efecto del k-ésimo nivel del factor producto.  $k = 1, 2, 3, 4, 5$ .

$AB_{ij}$  = Efecto de la interacción entre el i-ésimo nivel del factor ambiente y el j-ésimo nivel del factor variedad.

$AC_{ik}$  = Efecto de la interacción entre el i-ésimo nivel del factor ambiente y el k-ésimo nivel del factor producto.

$BC_{jk}$  = Efecto de la interacción entre el j-ésimo nivel del factor variedad y el k-ésimo nivel del factor producto.

$ABC_{ijk}$  = Efecto de la interacción entre el i-ésimo nivel del factor ambiente, el j-ésimo nivel del factor variedad y el k-ésimo nivel del factor producto.

Posteriormente se realizaron comparaciones de medias con la prueba de Tukey ( $P = 0.05$ ) para los factores y variables donde hubo significancia. Las interacciones significativas se graficaron y se hicieron comparaciones de medias de niveles de un factor para cada nivel del otro factor de la interacción.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Análisis de varianza

#### 4.1.1 Ciclo primavera verano 2014

Los resultados del análisis de varianza para tres factores de estudio (Cuadro 2) muestran que para el factor ambiente se tuvo un efecto significativo sobre las variables SEV2 y SEV4, y un efecto altamente significativo sobre las variables INC2, RC1 y P10F.

En el factor densidad, se encontraron efectos significativos únicamente sobre la variable SEV4.

Finalmente para el factor variedad se encontró efecto significativo sobre la variable INC5, y altamente significativo sobre las variables RC1 y P10F.

Cuadro 2. Análisis de varianza de 10 variables de cuatro variedades de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.). Ciclo primavera verano 2014.

FV	GL	INC2	SEV2	INC3	SEV3	INC4	SEV4
A	1	945.56 **	240.61 *	0.06	4.35	13.14	37.22 *
R(A)	3	83.60 *	19.05	1.69	335.51	19.64	0.47
D	1	1.00	13.31	10.56	302.54	228.77	7.13 *
Error a	3	5.88	4.50	8.02	917.06	62.18	0.68
V	3	33.94	20.28	6.46	379.15	73.06	9.56
A*D	1	0.00	9.78	0.25	41.49	1.89	11.03
A*V	3	13.19	32.60	3.69	81.88	26.68	2.86
D*V	3	19.79	82.21	2.60	416.08	32.81	6.43
A*D*V	3	9.38	21.79	3.46	460.32	8.85	2.52
Error b	39	32.33	39.96	5.15	362.38	42.14	7.20
Total	63						
CV		74.88	24.47	113.44	78.38	46.73	9.73

		INC5	SEV5	RC1	P10F1	RTP
A	1	68.06	383.13	167976.00 **	2.59 **	3.574 **
R(A)	3	20.52	85.93	3874.23 *	0.15	0.071 **
D	1	240.25	122.75	2519.91	0.22	0.915 **
Error a	3	66.38	45.29	311.86	0.08	0.002
V	3	108.13 *	96.51	2685.98 **	1.78 **	0.046 **
A*D	1	7.56	230.61	19.37	0.01	0.375 **
A*V	3	13.10	41.09	901.37	0.07	0.015
D*V	3	32.04	86.25	293.52	0.02	0.001
A*D*V	3	23.94	20.82	384.86	0.06	0.006
Error b	39	36.58	115.41	549.39	0.03	0.009
Total	63					
CV		37.22	30.77	24.33	11.34	21.91

\*, \*\*, Significativo a una  $p \leq 0.05$  y  $0.01$ , respectivamente; F.V.: Factor de variación; A: Ambiente; D: Densidad; V: Variedad; GL: Grados de libertad; INC2: Incidencia del segundo muestreo; SEV2: Severidad del segundo muestreo; INC3: Incidencia del tercer muestreo; SEV3: Severidad del tercer muestreo; INC4: Incidencia del cuarto muestreo; SEV4: Severidad del cuarto muestreo; INC5: Incidencia del quinto muestreo; SEV5: Severidad del quinto muestreo; RC1: Rendimiento del corte; P10F1: Peso de diez frutos.

#### 4.1.2 Ciclo primavera verano 2015

El análisis de varianza para tres factores de estudio (Cuadro 3) indica que para el factor ambiente, se encontraron efectos altamente significativos sobre casi todas las variables, excepto para SEV4 y SEV5.

El caso del factor variedad, tuvo efectos significativos para las variables INC2, INC4 y RPPC2, y altamente significativos sobre las variables INC5, P10F1, P10F2 y PP10F. El factor producto no presentó efectos significativos sobre las variables RPPC2, R10F2 y PP10F, pero si en el resto de las variables.

Hubo interacción altamente significativa entre los factores ambiente y variedad para la variable RPPC2.

Se observó una interacción significativa entre los factores producto y variedad para la variable RPPC2, y altamente significativa para las variables SEV4, SEV5, RPPC1 y RTPP. Finalmente, se tuvo una interacción significativa entre los factores variedad y producto en las variables SEV3 y RPPC2, y altamente significativa en la variable INC2.

Cuadro 3. Análisis de varianza de 14 variables de cuatro variedades de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.). Ciclo primavera verano 2015.

FV	GL	INC2	SEV2	INC3	SEV3	INC4	SEV4	INC5
A	1	38.03 **	996.78 **	58.81 **	2586.74 **	250.00 **	6.13	262.66 **
R(A)	3	5.76	45.44	1.56	8.96	6.88	21.57	4.77
V	3	27.09 *	143.01	5.17	36.04	23.85 *	156.98	26.62 **
Error a	9	5.23	186.60	4.78	98.08	4.49	46.89	3.42
PR	4	148.66 **	2640.11 **	48.37 **	2277.10 **	91.85 **	910.21 **	132.87 **
A*V	3	1.36	45.26	0.97	80.49	1.92	46.99	5.17
A*PR	4	4.59	158.51	7.23	175.28	3.08	373.37 **	9.73
V*PR	12	12.59 **	143.74	4.74	183.18 *	8.72	81.06	9.65
A*V*PR	12	1.94	77.86	1.77	72.67	3.66	58.91	4.21
Error b	105	380.03	78.25	3.06	82.43	7.09	94.69	8.02
Total	159							
CV		74.97	60.68	121.22	78.81	53.78	43.09	47.24

		SEV5	RPPC1	P10F1	RPPC2	P10F2	RTPP	PP10F
A	1	36.21	9.66 **	1588022.50 **	5.3024 **	2231145.23 **	29.2722 **	1895949.31 **
R(A)	3	10.10	0.06	54637.52	0.0893	1082.51	0.0519	17263.15
V	3	83.21	0.16	586833.00 **	0.2615 *	246971.77 **	0.1282	397011.34 **
Error a	9	36.98	0.08	28268.95	0.0503	24692.55	0.1598	17931.91
PR	4	1189.64 **	0.29 **	91531.27 **	0.0146	7459.48	0.2789 **	15312.19
A*V	3	37.73	0.03	26727.93	0.1557 **	20566.09	0.0467	17595.12
A*PR	4	392.31 **	0.10 **	28261.48	0.0562 *	3125.74	0.2534 **	5050.36
V*PR	12	76.23	0.03	21661.15	0.0336 *	18152.91	0.0428	10833.17
A*V*PR	12	44.07	0.02	9170.73	0.0300	17934.84	0.0336	7105.42
Error b	105	81.36	0.02	17028.88	0.0165	12858.44	0.0300	7785.20
Total	159							
CV		39.66	25.51	18.33	40.6548	23.14	19.1037	14.68

\*, \*\*; Significativo a una  $p \leq 0.05$  y  $0.01$ , respectivamente; F.V.: Factor de variación; A: Ambiente; D: Densidad; V: Variedad; GL: Grados de libertad; INC2: Incidencia del segundo muestreo; SEV2: Severidad del segundo muestreo; INC3: Incidencia del tercer muestreo; SEV3: Severidad del tercer muestreo; INC4: Incidencia del cuarto muestreo; SEV4: Severidad del cuarto muestreo; INC5: Incidencia del quinto muestreo; SEV5: Severidad del quinto muestreo; RPPC1: Rendimiento por planta del corte uno; P10F1: Peso de diez frutos del corte uno; RPPC2: Rendimiento por planta para el corte dos; P10F2: Peso de diez frutos del corte dos; RTPP: Rendimiento total por planta; PP10F: Peso promedio de diez frutos.

## 4.2 Pruebas de comparación de medias

### 4.2.1 Ciclo primavera verano 2014

Los resultados de comparación de medias (Cuadro 4) muestran que para el factor ambiente en las variables INC2 y SEV2 el mejor ambiente fue sin acolchado, pero en las variables SEV4, RC1 y P10F el acolchado fue el mejor. Katan *et al.* (1983) señalan que el acolchamiento con películas de polietileno es un método de gran potencial para el control de enfermedades, ya que evitan pérdidas de calor, evaporación y convección. Además captan radiación de alta longitud de onda, por lo que se generan condiciones de efecto invernadero. Cook y Baker. (1989) mencionan que el acolchado del suelo se considera como una práctica a través de la cual se logra un control biológico de fitopatógenos. De esta manera queda comprobado que al realizar un acolchado, con el paso del tiempo se generan las condiciones adecuadas para un mejor control de patógenos sobrevivientes en el suelo y es reflejado en la severidad ocasionada por este patógeno. En cuanto a las variables RC1 y P10F las diferencias fueron altamente significativas, ya que como lo menciona López (2009), al utilizar un sistema con acolchado plástico, el rendimiento de frutos de tomate de cáscara aumenta significativamente; de igual manera, este resultado concuerda con el reportado por Peña *et al.* (2014), quienes al utilizar un sistema de acolchado plástico y riego por goteo obtuvieron frutos de mayor tamaño, lo cual se ve reflejado en el peso por fruto, y finalmente en el rendimiento.

Cuadro 4. Comparación de medias de 10 variables de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.). Ciclo primavera - verano 2014.

	INC2	SEV2	INC3	SEV3	INC4	SEV4
Acolchado	11.44 a <sup>z</sup>	27.77 a	1.97 a	24.03 a	13.44 a	26.81 b
Sin Acolchado	3.75 b	23.89 b	2.03 a	24.55 a	14.34 a	28.34 a
DMSH	2.88	3.20	1.15	9.63	3.28	1.36
Hilera sencilla	7.72 a	25.38 a	1.59 a	22.11 a	15.78 a	27.91 a
Hilera doble	7.47 a	26.29 a	2.41 a	26.46 a	12.00 a	27.24 b
DMSH	1.93	1.69	2.25	24.10	6.27	0.66
Manzano	6.00 a	24.74 a	2.88 a	24.36 a	12.06 a	27.03 a
Diamante	6.88 a	25.15 a	1.56 a	17.45 a	14.88 a	27.30 a
Gema	8.19 a	27.26 a	2.06 a	26.82 a	12.19 a	27.25 a
Tecozautla 04	9.31 a	26.18 a	1.50 a	28.52 a	16.44 a	28.72 a
DMSH	5.39	6.00	2.15	18.06	6.16	2.55
	INC5	SEV5	RC1	P10F1	RTP	
Acolchado	15.22 a	37.36 a	147.57 a	1.78 a	0.673 a	
Sin Acolchado	17.28 a	32.47 a	45.11 b	1.38 b	0.200 b	
DMSH	3.06	5.43	11.85	0.09	0.048	
Hilera sencilla	18.19 a	36.30 a	90.06 a	1.64 a	0.556 a	
Hilera doble	14.31 a	33.53 a	102.61 a	1.52 a	0.317 b	
DMSH	6.48	5.35	14.05	0.22	0.038	
Manzano	15.13 ab	35.01 a	90.56 ab	1.34 c	0.412 ab	
Diamante	16.00 ab	36.09 a	110.03 a	1.27 c	0.491 a	
Gema	13.94 b	31.46 a	81.17 b	1.75 b	0.373 b	
Tecozautla 04	19.94 a	37.10 a	103.59 a	1.97 a	0.470 a	
DMSH	5.74	10.19	22.24	0.17	0.091	

<sup>z</sup>Medias con la misma letra dentro de columnas son iguales (Tukey, 0.05); INC2: Incidencia del segundo muestreo; SEV2: Severidad del segundo muestreo; INC3: Incidencia del tercer muestreo; SEV3: Severidad del tercer muestreo; INC4: Incidencia del cuarto muestreo; SEV4: Severidad del cuarto muestreo; INC5: Incidencia del quinto muestreo; SEV5: Severidad del quinto muestreo; RC1: Rendimiento del corte; P10F1: Peso de diez frutos; DMSH: Diferencia Mínima Significativa Honesta.

Para el factor densidad únicamente hay diferencia significativa para la variable SEV4 donde la mejor densidad fue la doble hilera. Escalante y Escalante (2008) mencionan que con un aumento en las densidades poblacionales las plantas entran en una lucha constante por agua, luz y nutrientes principalmente, lo cual genera en la planta un estrés que se ve reflejado en el debilitamiento de sus sistemas de acción sobre las enfermedades, lo que provoca la entrada de patógenos a estas.

Finalmente en el factor variedad se observan diferencias significativas en la variable INC5, donde la variedad Gema tiene menor incidencia y esta es únicamente diferente de la variedad Tecozautla 04. Para la variable RC1, las variedades Diamante y Tecozautla 04 fueron superiores a la variedad Gema, y para la variable P10F, la mejor variedad fue Tecozautla 04. Sánchez y Peña (2015) mencionan que la variedad Diamante es una variedad de tamaño grande y precoz, y la variedad Tecozautla 04 presenta frutos muy grandes. Con base en esta descripción, al realizar el primer corte y evaluar el peso promedio de diez frutos las variedades de mayor tamaño coinciden.

#### 4.2.2 Ciclo primavera verano 2015

Los resultados de comparación de medias (Cuadro 5) muestran que para el factor ambiente en las variables INC2, SEV2, INC3, SEV3, RPPC1, P10F1, RPPC2, P10F2, RTPP y PP10F el mejor ambiente fue con acolchado. De acuerdo con lo mencionado por Katan *et al.* (1983), así como Cook y Baker (1989), el uso de acolchados muestra resultados positivos para el control de enfermedades y el aumento en rendimiento del tomate de cáscara, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en este experimento.

Para el factor variedad, la menos susceptible fue Manzano Tepetlixpa, ya que se obtuvieron valores menores para las variables INC2, INC5 y RPPC2. Mientras que con las variedades Gema y Tecozautla 04 se obtuvo el mejor comportamiento para las variables RPPC2, P10F1, P10F2 y PP10F. Sánchez y Peña (2015) mencionan que la variedad Manzano Tepetlixpa es de ciclo precoz. De acuerdo a lo descrito anteriormente para la variable RPPC2 se constata que esta variedad presentó su mayor rendimiento en el primer corte, contrario a las variedades Gema y Tecozautla 04, las cuales son variedades de ciclo intermedio.

Cuadro 5. Comparación de medias de 14 variables de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.). Ciclo primavera verano 2015.

	INC2	SEV2	INC3	SEV3	INC4	SEV4	INC5
Acolchado	2.05 b	12.08 b	0.84 b	7.50 b	6.20 a	22.78 a	7.28 a
Sin Acolchado	3.03 a	17.07 a	2.05 a	15.54 a	3.70 b	22.39 a	4.71 b
DMSH	0.60	2.77	0.55	2.85	0.83	3.05	0.89
Manzano	1.65 c	11.75 a	0.95 a	10.25 a	3.83 b	20.94 a	4.78 b
Diamante	2.05 b	15.31 a	1.45 a	11.88 a	5.10 ab	24.62 a	6.38 a
Gema	3.40 a	15.57 a	1.58 a	11.46 a	5.55 a	23.95 a	6.50 a
Tecozautla 04	3.05 ab	15.68 a	1.80 a	12.50 a	5.33 ab	20.84 a	6.33 a
DMSH	1.60	9.54	1.53	6.91	1.48	4.78	1.29
Vitavax	1.81 c	17.84 b	2.19 a	16.41 a	6.53 a	25.47 a	7.84 a
Daconil	1.50 c	14.06 b	0.28 b	4.69 b	5.38 a	25.68 a	6.66 a
Tilt	0.06 d	0.00 c	0.03 b	0.78 b	2.09 b	13.15 b	2.50 b
Folicur	3.69 b	16.21 b	1.88 a	14.84 a	5.00 a	24.99 a	6.31 a
Testigo	5.63 a	24.77 a	2.84 a	20.89 a	5.75 a	23.63 a	6.66 a
DMSH	1.32	6.14	1.21	6.30	1.85	6.75	1.97
	SEV5	RPPC1	P10F1	RPPC2	P10F2	RTPP	PP10F
Acolchado	23.22 a	0.84 a	811.60 a	0.50 a	608.04 a	1.33 a	709.82 a
Sin Acolchado	22.27 a	0.34 b	612.35 b	0.13 b	371.86 b	0.48 b	492.11 b
DMSH	2.83	0.05	40.91	0.04	35.55	0.05	27.662
Manzano	21.19 a	0.65 a	645.53 b	0.20 b	432.43 b	0.85 a	538.98 b
Diamante	24.28 a	0.57 a	574.93 b	0.33 a	412.18 b	0.90 a	493.55 b
Gema	23.62 a	0.51 a	806.38 a	0.38 a	555.18 a	0.89 a	680.78 a
Tecozautla 04	21.91 a	0.63 a	821.08 a	0.36 a	560.03 a	0.99 a	690.55 a
DMSH	4.24	0.20	117.37	0.16	109.69	0.28	93.48
Vitavax	27.04 a	0.47 b	643.41 b	0.32 a	511.44 a	0.80 b	577.42 a
Daconil	24.38 a	0.71 a	704.00 ab	0.30 a	473.47 a	1.01 a	588.73 a
Tilt	12.03 b	0.51 b	690.91 b	0.30 a	499.25 a	0.82 b	595.08 a
Folicur	24.33 a	0.62 a	733.69 ab	0.35 a	485.06 a	0.97 a	609.38 a
Testigo	25.96 a	0.64 a	787.88 a	0.30 a	480.53 a	0.94 a	634.2 a
DMSH	6.26	0.10	90.56	0.09	78.69	0.12	61.229

Medias con la misma letra dentro de columnas son iguales (Tukey, 0.05); INC2: Incidencia del segundo muestreo; INC3: Incidencia del tercer muestreo; SEV2: Severidad del segundo muestreo; SEV3: Severidad del tercer muestreo; INC4: Incidencia del cuarto muestreo; SEV4: Severidad del cuarto muestreo; INC5: Incidencia del quinto muestreo; SEV5: Severidad del quinto muestreo; RPPC1: Rendimiento por planta del corte uno; P10F1: Peso de diez frutos del corte uno; RPPC2: Rendimiento por planta para el corte dos; P10F2: Peso de diez frutos del corte dos; RTPP: Rendimiento total por planta; PP10F: Peso promedio de diez frutos. DMSH: Diferencia Mínima Significativa Honesta.

Finalmente, para el factor producto, con la utilización de Tilt® se obtuvieron los mejores resultados ya que para las variables de incidencia y severidad en general se obtuvieron los valores más bajos. Dichos resultados coinciden con los reportados por Gastelum *et al.* (2007) donde en estudios de *Cercospora* sp. en *Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm. con la utilización del ingrediente activo Propiconazol, que redujo el 100 % del patógeno debido al modo de acción de dicho ingrediente, ya que se inhibió la síntesis del ergosterol. Sin embargo para las variables RPPC1, P10F1 y RTPP se obtuvieron los peores resultados, ya que también se obtuvieron los valores más bajos. Para el caso de los tratamientos con Daconil®, Folicur® y Testigo se obtuvieron los mejores resultados en las variables RPPC1, P10F1 y RTPP.

### **4.3 Análisis de interacciones**

#### **4.3.1 Interacción Ambiente x Variedad**

En esta interacción el ambiente juega un papel muy importante. Como se puede observar en la Figura 1, en acolchado existen diferencias significativas entre variedades, donde Gema mostró mejores resultados para la variable RPPC2 con un rendimiento de 0.622 kg/planta, aunque no superó estadísticamente a la variedad Tecozautla 04. Por el contrario, en el ambiente sin acolchado no se encontraron diferencias significativas entre variedades.

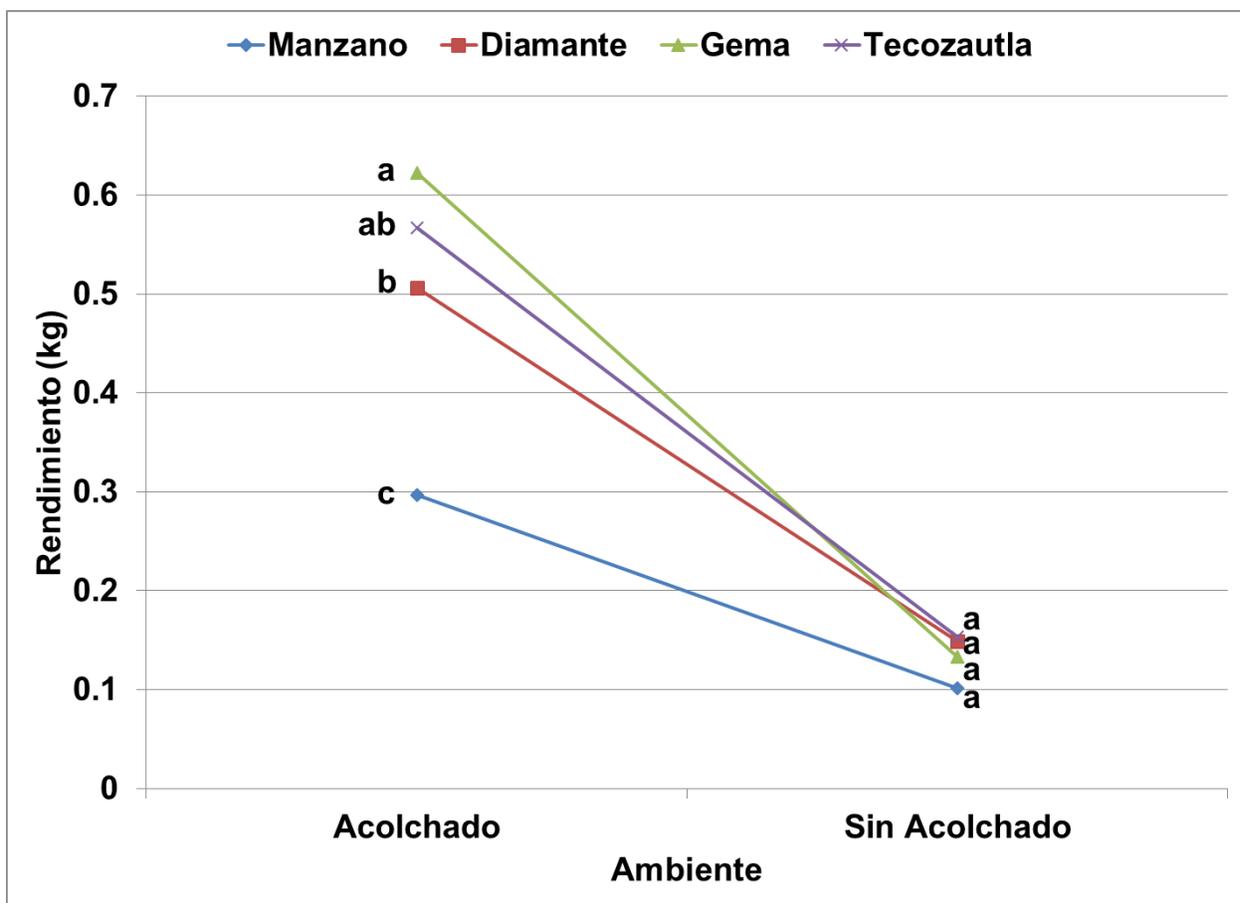


Figura 1. Rendimiento por planta del segundo corte, para cuatro variedades de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) establecidas en dos ambientes diferentes. Medias con la misma letra para cada ambiente son iguales (Tukey, 0.05).

### 4.3.2 Interacción Ambiente x Producto

Como se observa en la Figura 2, el porcentaje de severidad en ambos ambientes (acolchado y sin acolchado) se ve disminuido con la utilización de Tilt® (Propiconazol), aunque en el acolchado este únicamente tiene diferencias significativas con el testigo. Sin embargo, en el ambiente sin acolchado, con la utilización de Tilt® se ve notablemente disminuida la severidad.

Para severidad en el quinto muestreo (Figura 3) el comportamiento de los productos es similar al de la variable anterior, sólo que para esta variable en el ambiente con acolchado no se encontraron diferencias significativas, y en el ambiente sin acolchado con la utilización de Tilt® se obtuvieron menores porcentajes de severidad.

Dichos resultados coinciden con lo mencionado por Zavaleta (1999), donde con el acolchado del suelo se mejora la sanidad del cultivo al proteger a las raíces, frutos y follaje del ataque de fitopatógenos e insectos.

Con base en lo anterior, se puede decir que el efecto de los productos para el control del Carbón blanco se ve con mayor facilidad en el sistema sin acolchar, donde con el uso de Tilt® (Propiconazol) se mostró un mayor control de la enfermedad.

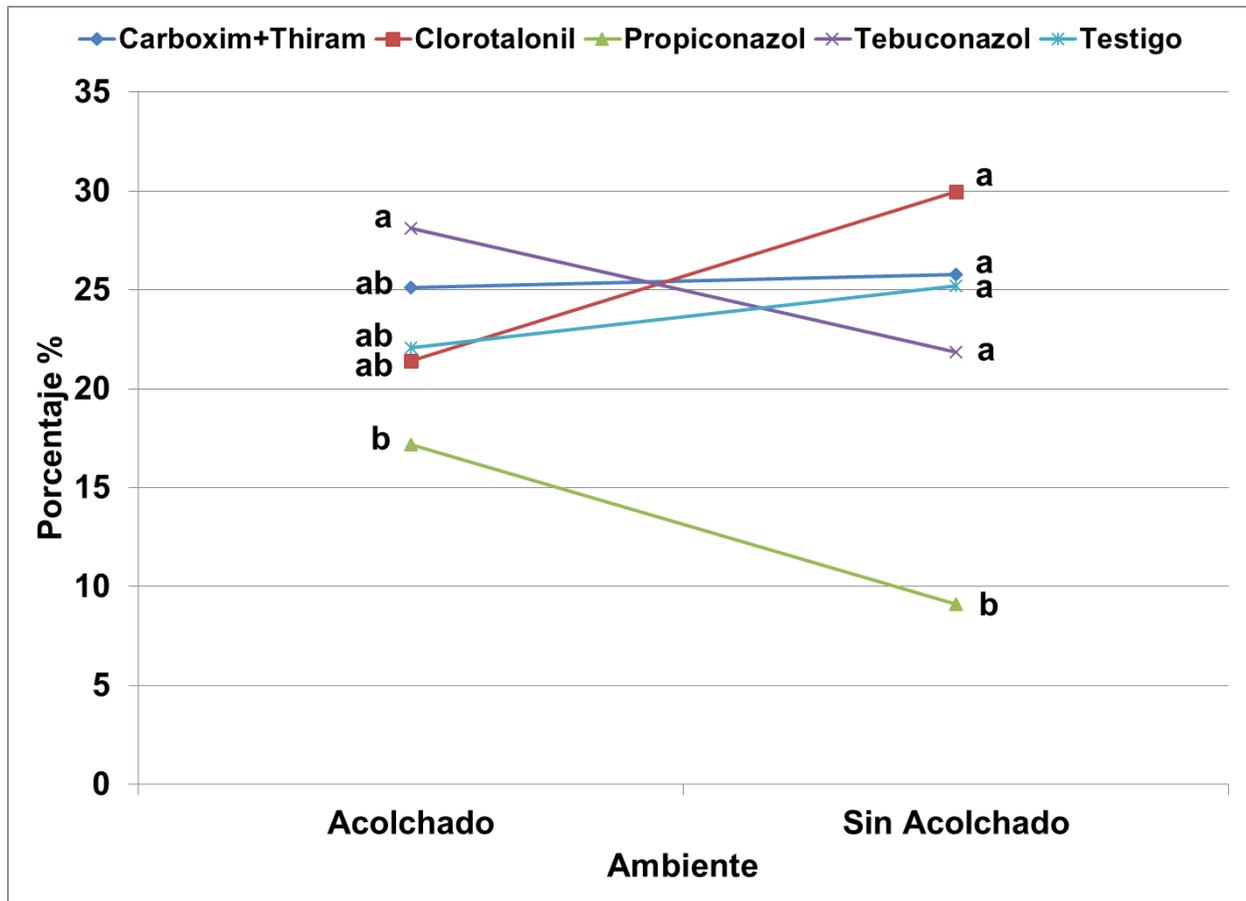


Figura 2. Severidad del cuarto muestreo, para cinco tratamientos en el control del carbón blanco (*Entyloma australe* Speg.) establecido en dos ambientes diferentes. Medias con la misma letra para cada ambiente en tomate de cáscara son iguales (Tukey, 0.05).

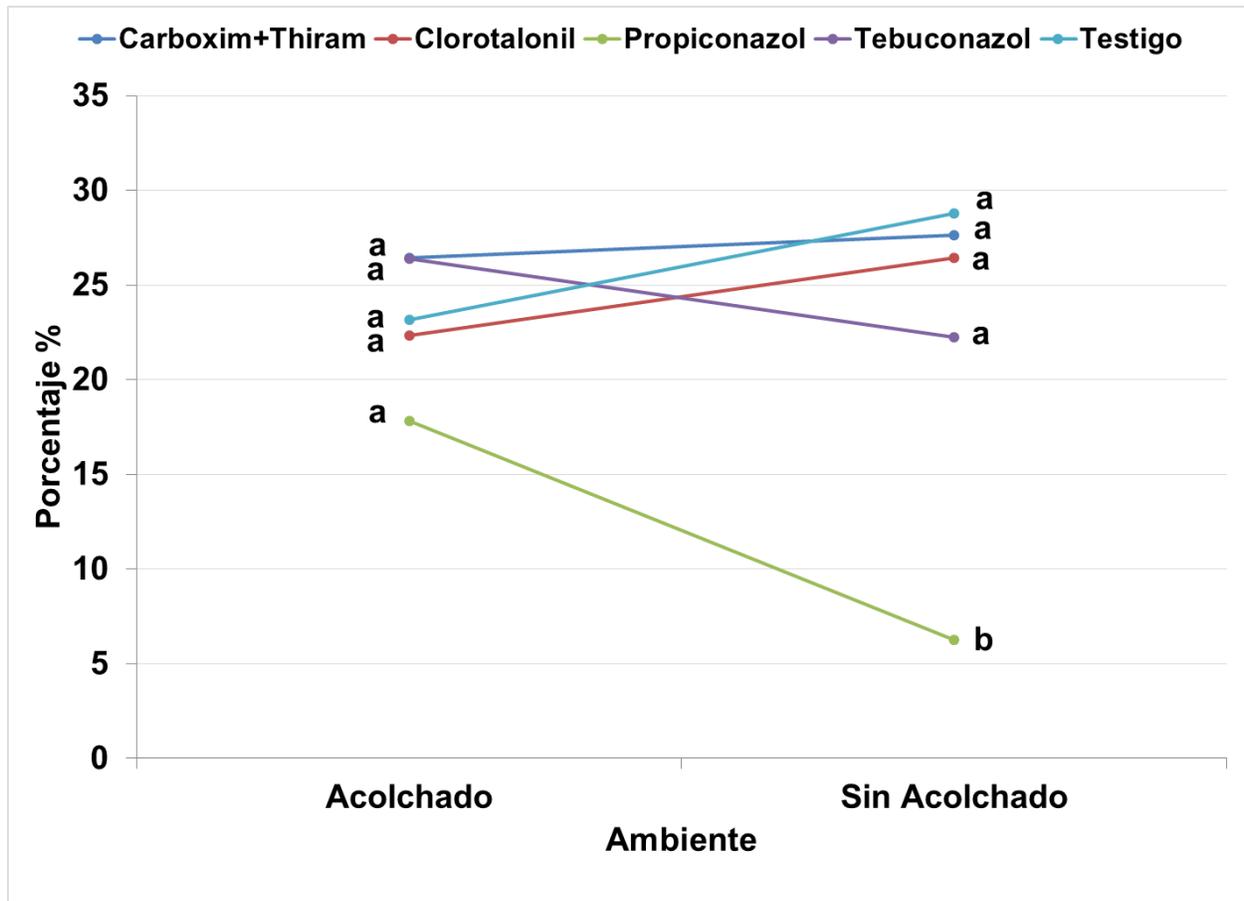


Figura 3. Severidad del quinto muestreo, para cinco tratamientos en el control del carbón blanco (*Entyloma australe* Speg.) establecido en dos ambientes diferentes. Medias con la misma letra para cada ambiente son iguales (Tukey, 0.05).

Como se observa en las interacciones ambiente x producto para las variables RPPC1, RPPC2 y RTTP (Figuras 4, 5 y 6) los rendimientos más altos se obtuvieron con los tratamientos Daconil<sup>®</sup>, Folicur<sup>®</sup> y Testigo, sin diferencias significativas entre ellos. Para el ambiente sin acolchado no existe diferencia significativa entre tratamientos.

Dichos resultados coinciden con lo mencionado por Alvarado (2003), quien señala que al no utilizar un sistema con acolchado, se ve favorecido el crecimiento de malezas los cuales van a competir con el cultivo por agua y nutrientes. Castillo (1998) menciona que en cultivo de brócoli se obtuvieron mayores rendimientos en parcelas con un acolchado negro en comparación a parcelas sin acolchar, ya que en estas la cantidad de malezas provocó una gran competencia por agua y nutrientes demeritando la cantidad y calidad del brócoli.

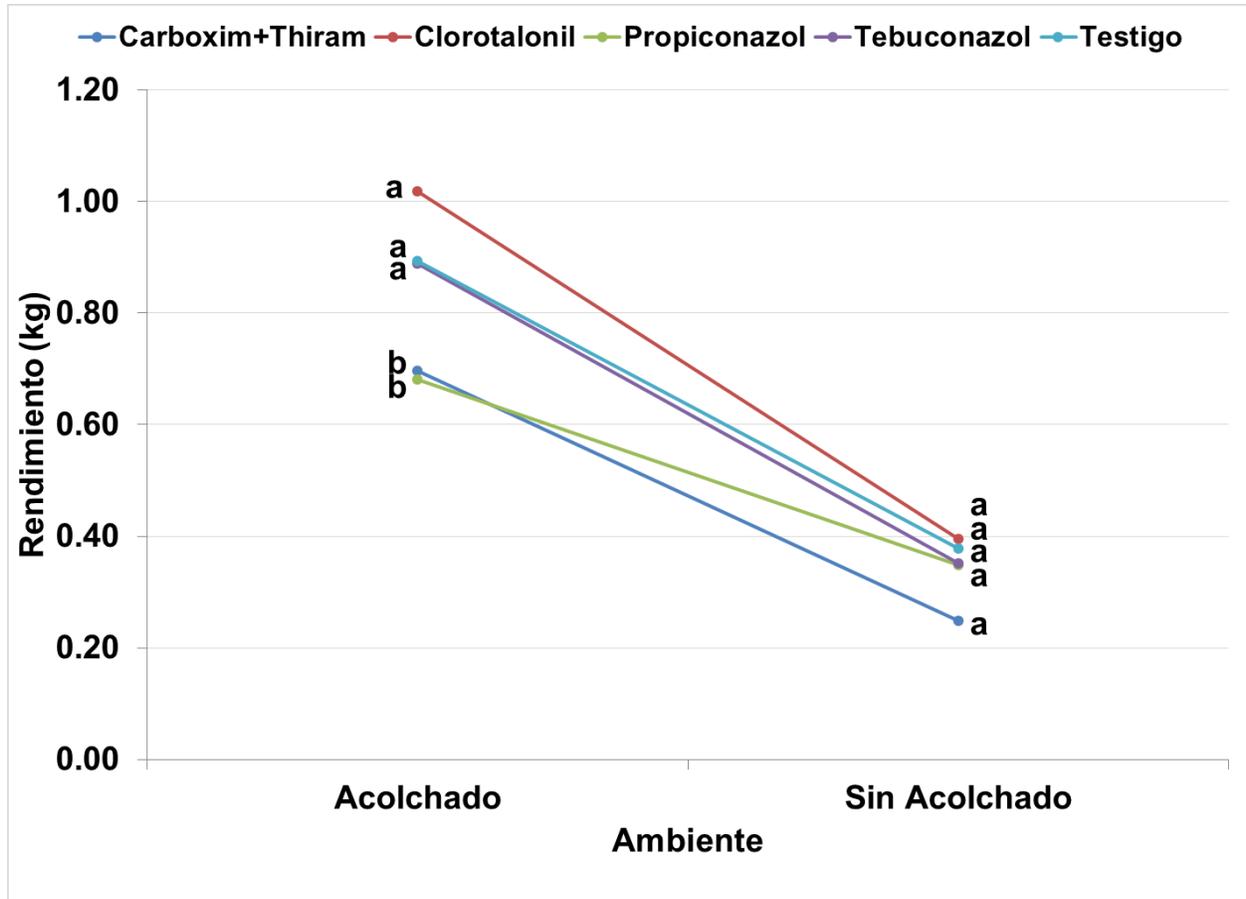


Figura 4. Rendimiento por planta en el corte uno, para cinco tratamientos en el control del carbón blanco (*Entyloma australe* Speg.) en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horn.) establecido en dos ambientes diferentes. Medias con la misma letra para cada ambiente son iguales (Tukey, 0.05).

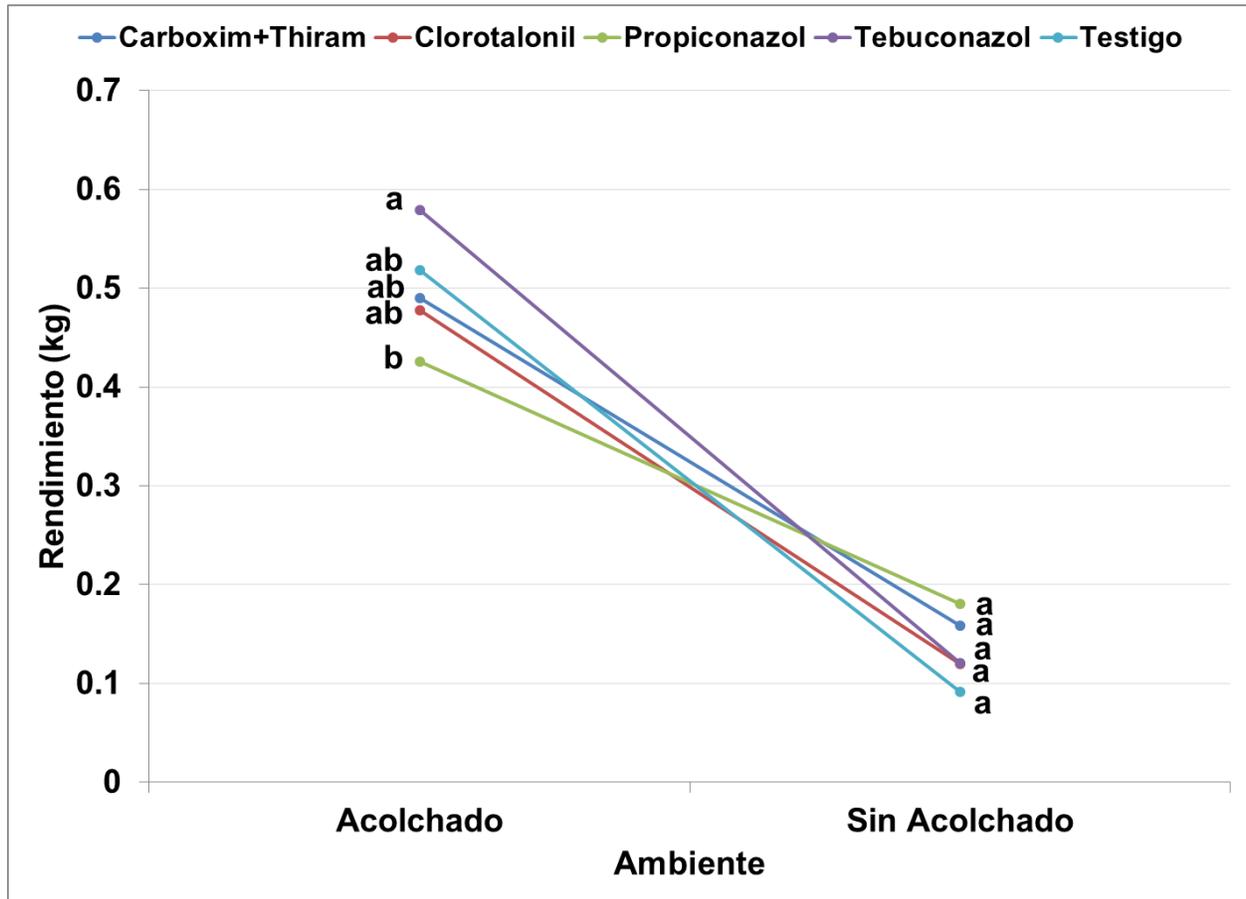


Figura 5. Rendimiento por planta en el corte dos, para cinco tratamientos en el control del carbón blanco (*Entyloma australe* Speg) en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) establecido en dos ambientes diferentes. Medias con la misma letra para cada ambiente son iguales (Tukey, 0.05).

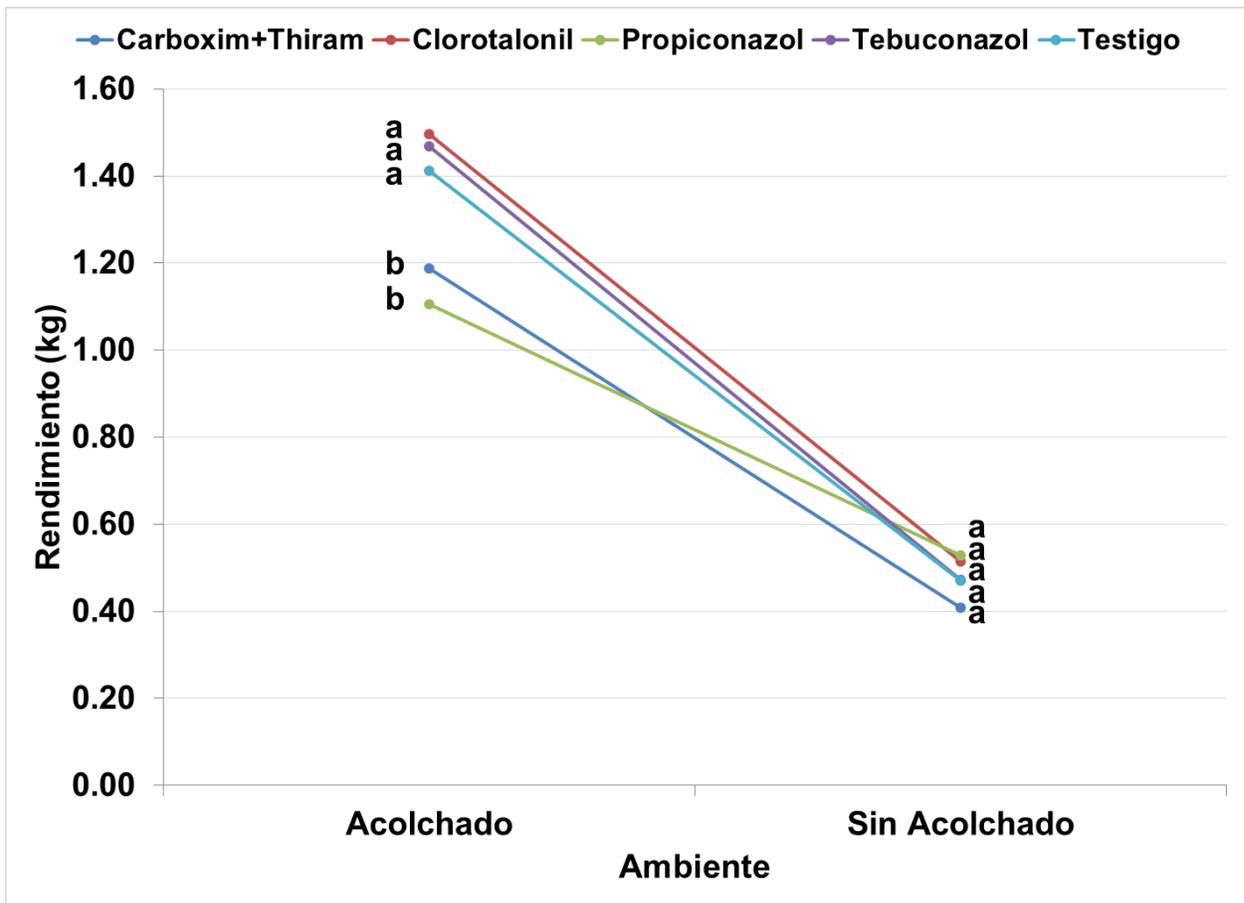


Figura 6. Rendimiento total por planta, para cinco tratamientos en el control del carbón blanco (*Entyloma australe* Speg.) en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) establecido en dos ambientes diferentes. Medias con la misma letra para cada tratamiento son iguales (Tukey, 0.05).

### 4.3.3 Interacción Producto x Variedad

Como se observa en la interacción producto x variedad (Figuras 7 y 8), con la utilización de productos como Tilt® y Daconil® se obtuvieron diferencias significativas en las variables INC2 y SEV3 en cualquiera de las variedades utilizadas, ya que con estos productos se obtuvieron el menor porcentaje de afectación y el menor número de plantas afectadas por el *Entyloma australe* Speg. En lo que respecta al producto, Folicur® es únicamente recomendado para el control de la enfermedad en variedades como Manzano Tepetlixpa y Diamante. Con la utilización del producto Vitavax® solo se obtuvo un control adecuado de la enfermedad en la variedad Gema. Finalmente, el testigo fue el tratamiento donde se obtuvo el mayor porcentaje de incidencia y severidad registrados en cualquier variedad. Dichos resultados coinciden con los obtenidos por Quevedo (2012) donde se evaluó el uso de Tebuconazol, Propiconazol y Clorotalonil para el control de *Moniliophthora roreri*, los cuales mostraron una inhibición de la síntesis del ergosterol. Lo anterior justifica el uso de Folicur (Tebuconazole), Tilt (Propiconazol) y Daconil (Clorotalonil) para el control de *Entyloma australe* Speg. No se encontraron antecedentes sobre la especificidad de ingredientes activos para el control de *Entyloma australe* Speg. en las diferentes variedades de tomate de cáscara, por lo que se recomienda estudiar más a fondo la interacción entre estos factores.

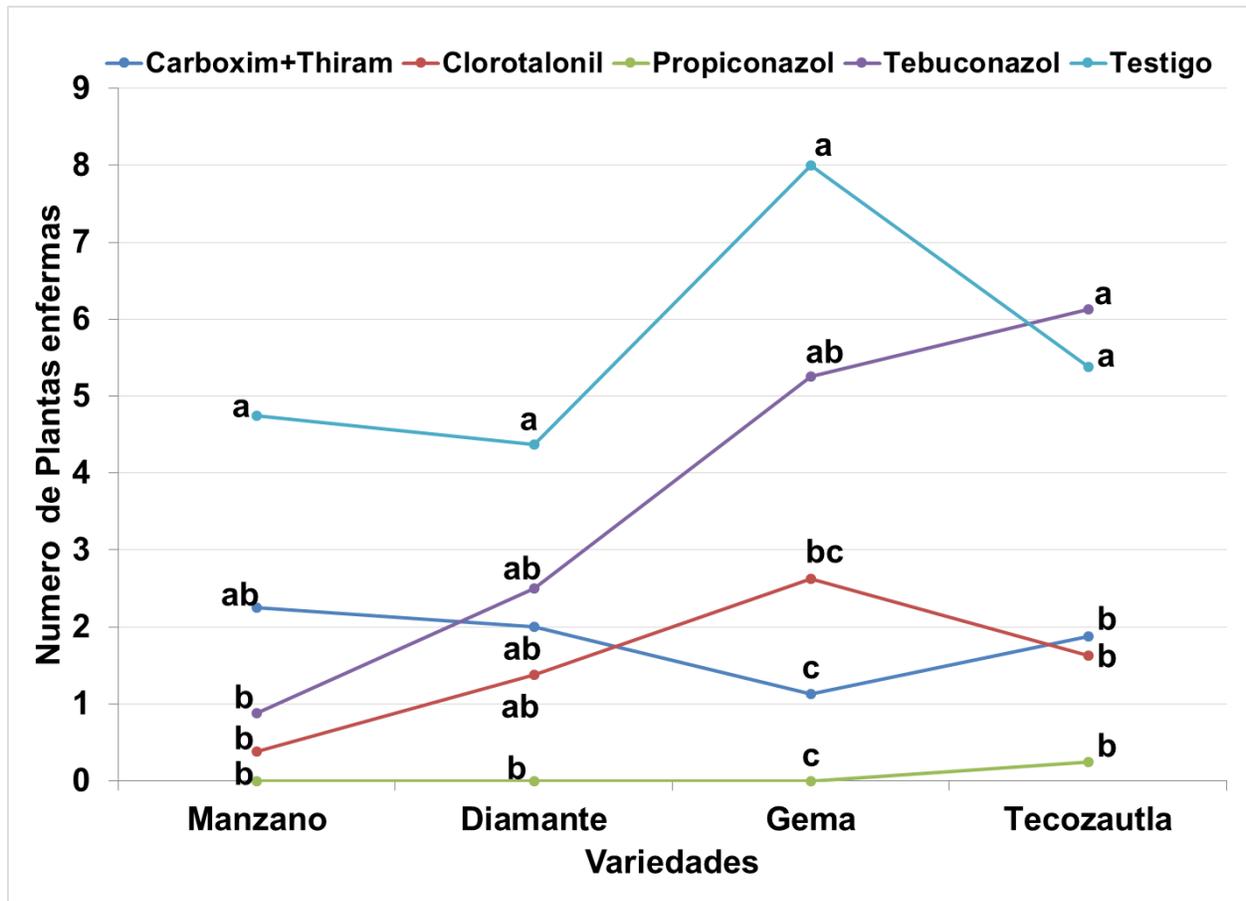


Figura 7. Incidencia en el segundo muestreo, para cinco tratamientos en el control del carbón blanco (*Entyloma australe* Speg.) en cuatro variedades de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot ex Horm.). Medias con la misma letra para cada variedad son iguales (Tukey, 0.05).

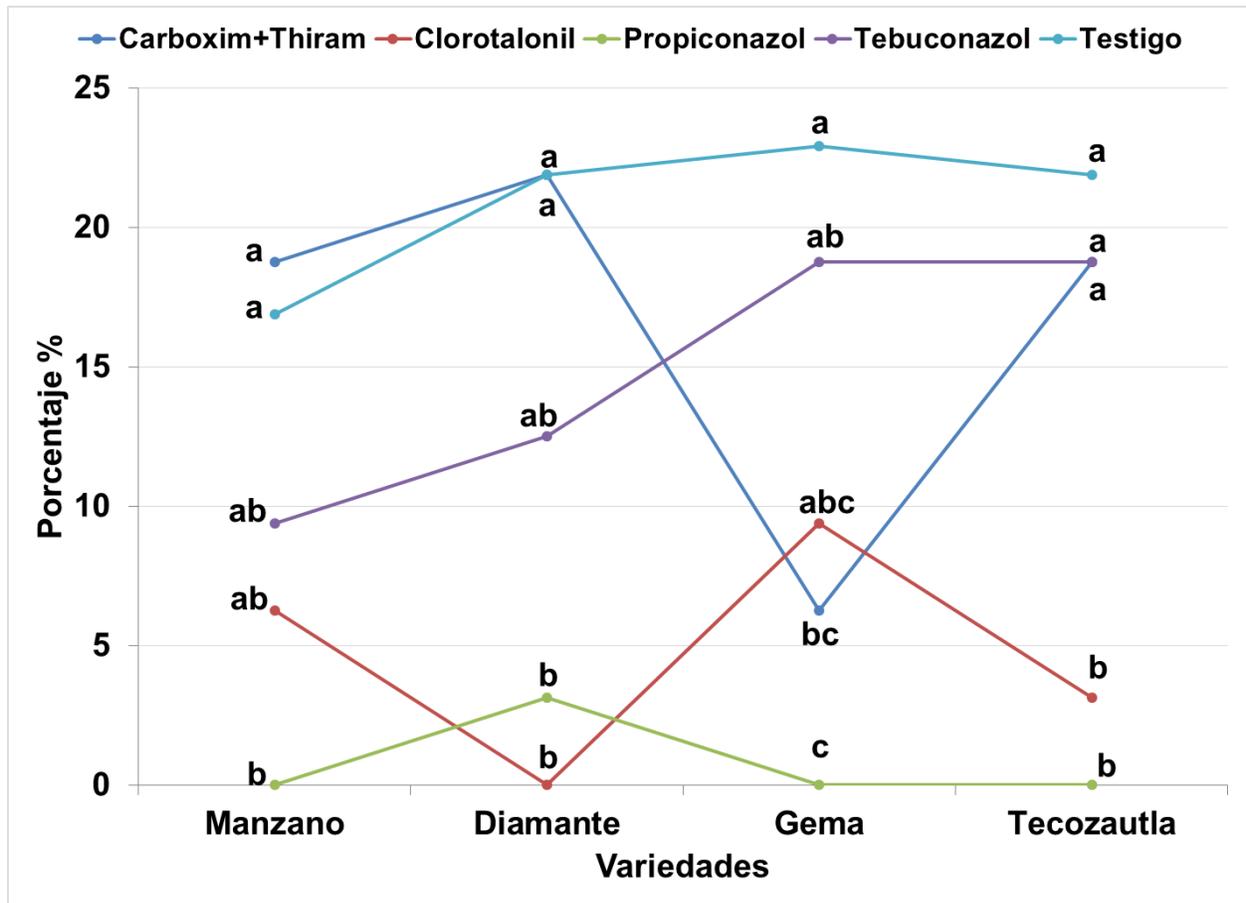


Figura 8. Severidad en el tercer muestreo, para cinco tratamientos en el control del carbón blanco (*Entyloma australe* Speg.) en cuatro variedades de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot ex Horm.). Medias con la misma letra para cada variedad son iguales (Tukey, 0.05).

En la interacción variedad y producto (Figura 9), no existe diferencia significativa en ninguna variedad, por lo que con cualquier producto se obtiene el mismo rendimiento por planta para el corte dos.

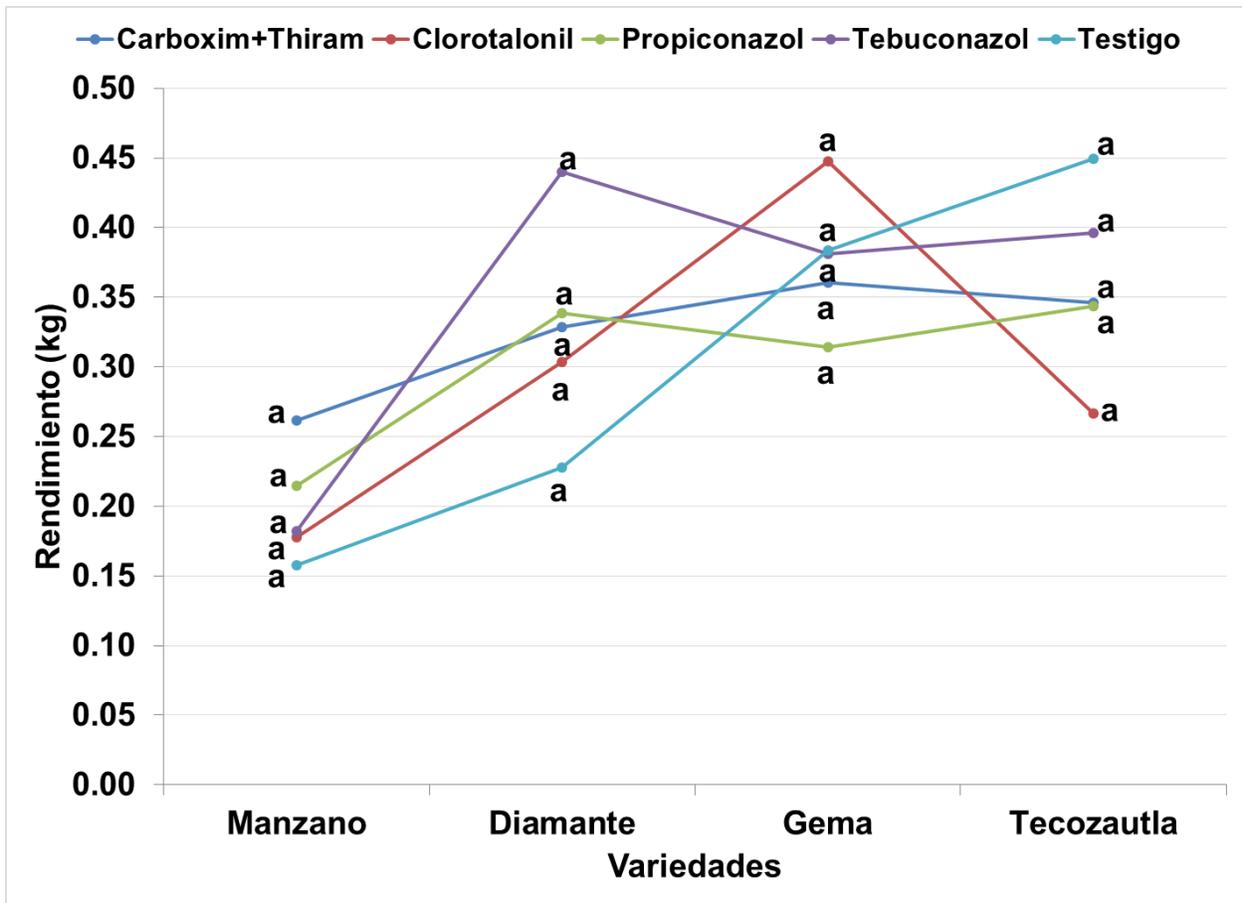


Figura 9. Rendimiento por planta en el corte dos, para cinco tratamientos en el control del carbón blanco (*Entyloma australe* Speg.) en cuatro variedades de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot ex Horm.). Medias con la misma letra para cada variedad son iguales (Tukey, 0.05).

## V. CONCLUSIONES

El rendimiento y tamaño de fruto fue mayor en acolchado, aunque no existió diferencia entre ambientes para incidencia y severidad de *Entyloma australe* Speg. en tomate de cáscara.

Con ambas densidades se obtuvieron iguales niveles de incidencia y severidad del patógeno, así como el mismo rendimiento por parcela, pero en la densidad de hilera sencilla el rendimiento por planta fue mayor que en el de hilera doble.

Las variedades de mayor rendimiento fueron Tecozautla 04 y Diamante, mientras que Gema y Tecozautla 04 presentaron el mayor tamaño de fruto. Sin embargo, todas las variedades fueron igualmente susceptibles al Carbón blanco.

El mayor control de *Entyloma australe* Speg. se obtuvo con Tilt (Propiconazol), aunque no el mejor rendimiento. Para la variedad Tecozautla 04 también se obtuvo un control efectivo con la aplicación de Daconil (Clorotalonil), mientras que Vitavax (Cerboxin + Thiram) controló al patógeno en la variedad Gema.

## VI. LITERATURA CITADA

- Agrios, NG. 1988. Fitopatología. Departamento de Fitopatología, Universidad de Massachusetts, 2ed. UTHEA, Noriega eds. México, D.F. 62 p.
- Alvarado, V. P. y Castillo, H. G. 2003. Acolchado de suelo mediante filmes de polietileno. Editorial del Cardo. Universidad de Chile. Chile. 10 p.
- Anónimo 1986. Boletín Técnico. Fungicida Tilt 250 EC. CIBA-GEIGY MEXICANA S.A. de C.V. Subdivisión Fitosanitario, México, D.F. 6 p.
- Apodaca-Sánchez, M. A., Barreras-Soto, M. A., Cortez-Mondaca, E. y Quintero-Benítez, J. A. 2008. Enfermedades del Tomate de Cáscara en Sinaloa. Folleto técnico No. 31. Campo Experimental Valle del Fuerte. CIRNO-INIFAP. Los Mochis, Sinaloa, México. 32 p.
- Ayala B. M.F. 2008. Manejo Integrado de Moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el Cultivo de Cacao (*Theobroma cacao* L) Mediante el Uso de Fungicidas, Combinado con Labores Cultutales. Escuela Superior Politecnica de Litoral. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. Guayaquil, Ecuador. 115 p.
- Bayer CropScience. 2010. Ficha Técnica del Producto (en línea) Quito, Ecuador. Consultado 14 Noviembre. 2015. Disponible en [http://www.agrytec.com/agricola/images/stories/secciones/sanidad\\_vegatal/auspiciante/folicur.pdf](http://www.agrytec.com/agricola/images/stories/secciones/sanidad_vegatal/auspiciante/folicur.pdf).
- Bayer CropScience. 2009. Ficha Técnica del Producto (en línea) México, D.F. Consultado 25 Noviembre. 2015. Disponible en <http://www.pro-agro.com.mx/prods/bayer/bayer83.htm>

- Castillo, M. 1998. Efecto de diversos tipos de acolchados plásticos sobre la temperatura del suelo y su influencia sobre el desarrollo de malezas, precocidad y rendimiento de un cultivo de brócoli. Tesis Ing. Agr. Santiago, Universidad de Chile, Fac Ciencias Agronómicas. 32 p.
- Castillo Pérez, Israel; Peña Lomelí, A.; Cruz Garza R.A. 1991. Densidad de población, sistemas de manejo y arreglos topológicos en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) Revista Chapingo 15(73-74): 53-56.
- Chinchilla M., C. y Mora D. 1986. Evaluación de fungicidas para el combate de *Septoria apiicola* en Apio (*Apium graveolens*). Agronomis Costarricense 10(1/2):51-55.
- Cook, R. J. y K. F. Baker. 1989. The nature and practice of biological control of plant pathogens. APS Press, Minnesota. 98 p.
- Corona A. M. 1993. Evaluación semicomercial de técnicas de manejo para producción de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot). Tesis profesional. Departamento de Fitotecnia UACH. Chapingo, México. 105 p.
- De la Torre A., R.; Salazar S., M.; Valverde A., R. 2003. Etiología Del Moteado Amarillo Del Tomate De Cáscara. Agrociencia 37(3): 277-289.
- Delgado C., J.C.; Hernández., J., A. Velazquez., C., V.; Ballesteros V., S. 2005. Evaluación de la efectividad biológica de cuatro fungicidas contra la Roya Amarilla del Trigo (*Puccinia striiformis* f.sp. Tritici) en Laguna Larga, Penjamo, Guanajuato, México. Programa de Sanidad Vegetal de Guanajuato. 10 p.
- Escalante E., L., E.; Escalante E., Y. 2008. Densidad de siembra del girasol forrajero. Agronomía Costarricense Vol. 32 (2) 165 – 181.
- Fischer, W. G. 1953. Manual of North American smut fungi. The Ronald Press Company. New York. 343 p.

- Fischer, W. G. and C. S. Holton. 1957. Biology and control of the smut fungi. The Ronald Press Company. New York. 622 p.
- García E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía, UNAM. México, D. F. Pp: 132- 138.
- Gastélum F., R., Ávila D., J. A., Valenzuela C., B. O., Trigueros S., J. A y Longoria., R. M. 2007. Identificación y control químico de los agentes causales de la mancha foliar y de la cenicilla del tomatillo (*Physalis ixocarpa* Brot.) en el Norte de Sinaloa, México. Revista Mexicana de Fitopatología 25: 1-10.
- Hirschhorn, E. 1986. Las Ustilaginales de la flora argentina. Pub. Especial. Comisión de Investigaciones Científicas. Prov. de Buenos Aires la Plata, Arg. 530 p.
- Holliday, P. 1980. Fungus diseases of tropical crops. Cambridge University Press, N.Y. 607 p.
- Jones, D. 2000. Disease of banana, Abacá and Enset. CAB International, Wallington, UK. 544 p.
- Katan, J., G. Fishler y A. Grinstein. 1983. Short and long term effects of soil solarization and crop sequence on Fusarium wilt and yield of cotton in Israel. Phytopathology 73: 1215-1219.
- López, R. 2009. Producción de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) basado en láminas de riego y acolchado plástico. Revista Chapingo Serie Horticultura 15(1): 83-89.
- Maguchi, M. Y. 1993. World Vegetables. Avi Publishing Company, INC. Westport, Connecticut. E. U. A. 307 p.

- Marín, D y Romero, R. 1992. El combate de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*). In: Boletín No 4, Departamento de Investigación CORBANA, San José, Costa Rica. 14 p.
- Mendoza Z., C. 1996., Enfermedades fungosas de hortalizas. Univesidad Autónoma Chapingo. Departamento de Parasitología Agrícola. Chapingo, Estado de México. Pp: 65-80.
- Montalvo H., D. 1995. Nutrición y clorosis en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Tesis Maestría en Horticultura. Departamento de Fitotecnia UACH. Chapingo, México. 181 p.
- Morales R. 2001. Frecuencia de aplicaciones del fungicida Clorotalonil 82.3 para el manejo de *Phytophthora infestans* en tres variedades de papa. Reviste Latinoamericana de la Papa 12:49-56.
- Murillo, D., y Gonzáles, L.C. 1984. Evaluacion en laboratorio y campo de fungicidas para el combate de la moniliasis del cacao. Agronomía Costarricense 8: 83-89.
- Orozco-Santos M. Comp. 2008. Nuevos Mecanismos de Acción de Fungicidas en la Agricultura: Clasificacion de Fungicidas (en linea). Mazatlan, Sinaloa; Méx. INIFAP. Consultado el 14 Noviembre de 2015. Disponible en [http://www.bayercropscience.com.mx/bayer/cropscience/besmexico.nsf/files/extranet/\\$file/MODOS%20DE%20ACCION%20DE%20FUNGICIDAS.pdf](http://www.bayercropscience.com.mx/bayer/cropscience/besmexico.nsf/files/extranet/$file/MODOS%20DE%20ACCION%20DE%20FUNGICIDAS.pdf)
- Peña L., A.; Márquez S., F. 1990. Mejoramiento genético de tomate de cáscara. Revista Chapingo 15(71-72): 84-88.
- Peña L., A., J. J. Ponce V., F. Sánchez del C., N. Magaña L. 2014. Desempeño agronómico de variedades de tomate de cáscara en invernadero y campo abierto. Rev. Fitotec. Méx. Vol. 37 (4): 381 – 391.

- Peña, L. A., J. F. Santiaguillo H. y N. Magaña L. 2007. Recursos y mejoramiento genético de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). In: Producción de Tomate de Cáscara. Bautista M. N. y C. Chavarín P. (Eds.). Colegio de Posgraduados. Montecillo, México. Pp: 31-71.
- Piña A., C. 1989. Etiología y control del carbón del tomate de cáscara (*Physallis ixocarpa*) en Luvianos y Villa Guerrero, México. Tesis. Departamento de Parasitología Agrícola. Chapingo. México. 120 p.
- Quevedo, I. D. 2012. Evaluación de fungicidas sistémicos y de contacto en el control de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) del cacao (*Theobroma cacao*). Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados. Montecillos. México. 72 p.
- Ramos, G. 1989. Evaluaciones de tres fungicidas sistémicos (Tilt, Tecto 60 y Topas) inyectados al suelo para el control de la pudrición Texana *Phymatotrichum omnivorum* (SHEAR) DUGGAR, en Nogal Carya Illinois (WONG) KOCH, en Marín, N.L. Tesis de Licenciatura. Universidad de Nuevo León Facultad Agronomía. 85 p.
- Romero, C. S. 1988. Hongos Fitopatógenos. Universidad Autónoma Chapingo. México. 347 p.
- Saari, E. E. y Prescott, J. M. 1986. A scale for appraising the foliar intensity of wheat diseases. Plant Dis. Rep. 59: 377-380
- Sánchez M., J.; Peña L., A. 2015. Variedades de uso común; un breve mirar a la riqueza mexicana. Volumen II: tomate de cáscara. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. SAGARPA. México, D.F. 45 p.
- Santiaguillo H., J. F.; Cedillo P., E.; Cuevas S., J. A. 2010. Distribución geográfica del *Physalis* spp. en México. UACH-Prometeo Editores. México. 245 p.

- Saray M., C. R.; R Loya J. 1978. El cultivo de tomate de cáscara en el estado de Morelos. Campo 54 (1040):30-38.
- Saray M., C. R. 1980. EL cultivo del tomate de cáscara en el estado de Morelos. Chapingo, México. INIA CAEZ. Circular CIAMEC No. 57. Pp: 25-28.
- Sheinpflug, H. and Kukc K. W. 1987. Sterol biosynthesis inhibiting piperazine, pyredine, pyrimidine y azole fungicide. *In*: Lyr, H(Ed): Modern Selective fungicide properties, applications, mechanics of action. Longman group. UK. Lta., London, and VEB Gustav Fisher Verlag, Jena. Pp: 173-204.
- SIAP, Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera.2015. Cierre de la producción agrícola por cultivo. SIAP-SAGARPA. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx> (Abril 2015).
- Steiner, A. A. 1984. The universal nutrient solution *In*: Proceedings 6th International Congress on Soilles Culture. Wageningen. The Netherlands. Pp: 633-650.
- Streets, B. R. 1979. Diagnosis of diseases. The University of Arizona Press. 258 p.
- Valtierra P., E.; Ramos S., A. 2003. Programa estratégico de necesidades de investigación y transferencia de tecnología de la cadena productiva de tomate verde en el estado de Puebla. Fundación Produce Puebla, Gobierno del estado de Puebla. 237 p.
- Villatoro, E. 1998. La Medicina Tradicional en Guatemala: Aspectos Históricos. Centro de Estudios Folklóricos. CEFOL-DIGI-USAC. San Carlos, Guatemala. Pp: 12-25.
- Villeda M., H.Y. 1998. Evaluación de cuatro fungicidas sistémicos para el control de la roya de la hoja del trigo (*Puccinia triticina* Ericks) en el valle del Yaqui, Sonora y el Batan Edo., de Mexico. Tesis de Licenciatura Ing. Agr. Esp. Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. 63 p.

Zavaleta, M. E. 1999. Alternativas de manejo de las enfermedades de las plantas. Terra. .  
Vol. 17 (3): 202 – 207.

Zundel, G. L. 1953. The Ustilaginales of the world. Contribution No. 176 from the  
Department of Botany. Pennsylvania State Collage School of Agriculture. 410 p.