

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMIA**



**Caracterización de la Roya del Tomate de Cáscara  
(Physalis ixocarpa Brot.) en la Sierra de Arteaga, Coahuila.**

**Por:**

**ABELARDO MADERA MARTÍN**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial  
Para Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITOLOGO**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.**

**Mayo 2004**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA**



**CARACTERIZACIÓN DE LA ROYA DEL TOMATE DE CÁSCARA  
*Physalis ixocarpa* Brot. EN LA SIERRA DE ARTEAGA, COAHUILA.**

**Por:**

**ABELARDO MADERA MARTÍN**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial  
Para Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITOLOGO**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.  
Mayo 2004**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA**

**CARACTERIZACIÓN DE LA ROYA DEL TOMATE DE CÁSCARA  
*Physalis ixocarpa* Brot. EN LA SIERRA DE ARTEAGA, COAHUILA.**

**Presentada por:**

**ABELARDO MADERA MARTÍN**

**TESIS**

**Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito  
parcial para obtener el título de:**

**INGENIRO AGRÓNOMO PARASITOLOGO**

**Aprobada  
Presidente del Jurado**

**\_\_\_\_\_  
M.C. Abiel Sánchez Arizpe.**

**Vocal**

**Vocal**

**\_\_\_\_\_  
M.C. Ma. Elizabeth Galindo C.**

**\_\_\_\_\_  
DR. Alberto Flores olivas.**

**COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMIA**

**\_\_\_\_\_  
M.C. Arnoldo Oyervides García.**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.  
Mayo 2004**

## AGRADECIMIENTO

A la **Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”**, por brindarme la oportunidad de finalizar una de mis principales metas, obtener una carrera profesional.

**Al M.C. Abiel Sánchez Arizpe**, por su confianza, dedicación y tiempo que puso en mí, para la realización del presente trabajo.

**Al M.C. María Elizabeth Galindo Cepeda**, por su valiosa colaboración del presente trabajo.

**Al Dr. Alberto Flores Olivas**, por su participación en la revisión del presente trabajo.

De manera especial a todos los maestros por transmitirme sus conocimientos durante mi formación profesional y por los apoyos depositados en mí, con el objetivo de alcanzar lo que más deseé en la vida, tener una profesión.

A todos los compañeros de generación, especialmente a **Ma. de Jesús Juárez G. y Rene Moreno**, con quienes compartí grandes momentos que recordaré toda mi vida.

De manera especial a mis paisanos **Jesús Isaías Pech, Isaías Can, Eliseo Ramírez, Victor Manuel Noh, Jorge Alberto Chan y Cesar Samudio**, por brindarme su amistad y apoyo.

## DICATORIA

### A MIS PADRES:

**Ma. Juliana Martín Abnal**, por sus grandes consejos, esfuerzos y sacrificios, sobre todo por el apoyo incondicional y confianza que depositó en mi. Gracias mamá, por hacer de mi un hombre de bien, ojalá que con esta sencilla dedicación pueda agradecerte todo lo que hiciste.

**Carlos Enrique Madera Bé**, gracias papá, por la gran responsabilidad que tuviste en apoyarme, por ser un ejemplo de fuerza y de sabiduría para motivarme y así, lograr uno de mis mejores anhelos, por el cual estaré eternamente agradecido.

### A MIS HERMANOS:

Juan Manuel

Andrea

Thelma del Rosario

Wendy del Rocío

Carlos Enrique

Diana Laura

Daniel

Lizbeth Guadalupe

Les agradezco todo lo que hicieron y pasaron por mi, hasta el ultimo momento, especialmente a ti Andrea y a mi Cuñado Roberto Pech, creo que siempre estaré en deuda con todos ustedes.

## **A MI ESPOSA:**

**Marisela Chan kú**, Te agradezco por todo el apoyo, comprensión y dedicación que hiciste por mi, para lograr mi carrera, por el cual, también doy gracias a nuestro Dios por haberte puesto en mi camino, ya que desde ese momento, supe que serías alguien especial para mí. ¡ Mil gracias!.

En general a toda la familia **Martín Abnal, Madera Bé, y Chan Kú**, que de una a otra manera, brindaron su apoyo para lograr mi carrera profesional.

## INDICE DE CONTENIDO

	Pag.
AGRADECIMIENTOS -----	I
DEDICATORIA -----	II
INDICE DE CUADROS -----	IV
INDICE DE FIGURAS -----	V
INTRODUCCIÓN -----	1
OBJETIVOS -----	5
REVISIÓN DE LITERATURA -----	6
Importancia económica del tomate de cáscara <i>Physalis ixocarpa</i> Brot.-----	6
Características botánicas del tomate de cáscara <i>Physalis ixocarpa</i> Brot. -----	7
Taxonomía del tomate de cáscara <i>Physalis ixocarpa</i> Brot.-----	9
Sobrevivencia de las royas -----	9
Ataque de las royas -----	9
Alternancia de las royas-----	10
MATERIALES Y MÉTODOS-----	13
Descripción del Área Geográfica en Estudio -----	13
Clima -----	14
Vegetación -----	14
Suelo -----	14
Identificación del agente causal -----	14
Muestreo -----	15
Incidencia -----	15
Severidad -----	16
RESULTADOS Y DISCUSIÓN -----	17
Características del Agente Causal -----	17
Incidencia -----	20
Muestreo -----	20
Severidad -----	22
CONCLUSIONES -----	23
BIBLIOGRAFÍA -----	24
APÉNDICE -----	27

## INDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Royas que atacan cultivos de importancia en México.-----	10.
Cuadro 2. Otras royas que atacan cultivos de importancia en México.-----	11.
Cuadro 3. Escala que se utilizó para determinar la severidad en cada punto de muestreo.-----	16.
Cuadro 4. Total de resultados que se obtuvieron en la huerta, de acuerdo al grado de infestación de cada sitio. -----	20.



## INDICE DE FIGURAS

	Pag.
Fig. 1. Características de la huerta en estudio. -----	13.
Fig. 2. A, B. Agallas presentes en tallo principal y ramas primarias.-----	17.
Fig. 3. A, B. Agallas presentes en zonas apicales y características en la hoja, al final del estado aecial. -----	18.
Fig. 4. A, B. Característica del estado aecial de la roya, atacando el fruto y la bolsa membranosa, tanto interna como externa. -----	18.
Fig. 5. A, B, C, D, E, F. Posibles etapas de inicio hasta la formación completa de las aeciosporas, finalizando con una pérdida de color. -----	19.
Fig. 6. Tendencia de comportamiento de la roya en el cultivo del tomate de cáscara <i>Physalis ixocarpa</i> Brot.-----	21.
Fig. 7. Tendencia de comportamiento de las agallas, ocasionada por la roya, en el cultivo del tomate de cáscara <i>Physalis ixocarpa</i> Brot.-----	21.

## INTRODUCCIÓN

Dentro de las múltiples hortalizas cultivadas en México, el tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) ocupa el quinto lugar en cuanto a superficie cultivada ( en 1998 se sembraron 41, 753 ha. con rendimiento promedio superior a 12 toneladas por ha.) siendo Puebla, Sinaloa, Michoacán, México, Sonora, Guanajuato, Jalisco e Hidalgo, los principales estados productores. En el ciclo agrícola de Primavera – Verano ( con 24,135 ha.), los estados mas importantes son :Jalisco, Puebla, México, Michoacán, Morelos e Hidalgo; en tanto que para Otoño – Invierno destacan: Sinaloa, Puebla, Sonora, Michoacán y México. Para el 2002 se reportan 48,639 has sembradas, con rendimiento medio de 12.362 tan/ha. Su uso más difundido es el alimenticio; no obstante, se utiliza con fines medicinales, artesanales y decorativos. Su importancia se refleja en el hecho de que de una planta poco conocida paso a ser una hortaliza de amplio cultivo en México, y con gran potencial en otros países de América y Europa (SIAP, 2003).

El cultivo de esta hortaliza ocupa un lugar muy importante en la agricultura de México, ya que en los últimos años se ha incrementado tanto desde el punto de vista de superficie sembrada, como desde el punto de vista social por la gran cantidad de mano de obra que demanda, así como por la captación de divisas que genera.

El cultivo de tomate de cáscara se ha incrementado por ser una hortaliza que no requiere muchos cuidados, debido a su alto grado de rusticidad y por tener grandes perspectivas en el mercado, llegando incluso, a ser un producto sustituto del jitomate, cotizándose a buen precio y en ocasiones superiores al de este, además los rendimientos que presentan y su ciclo vegetativo, es relativamente corto (SARH, 1978).

El tomate de cáscara, llamado también tomate verde o fresadilla es importante en México principalmente en los estado del centro, en virtud de que su

uso, es en la preparación de ciertos platillos regionales que resulta insustituible; por mencionar algunos, la elaboración de salsa verde, enchiladas, chilaquiles, tacos, etc. (Saray, 1978).

Como se ha mencionado, el rendimiento promedio nacional es bajo en relación con el potencial productivo. Por lo tanto resulta importante el estudio de nuevas enfermedades, que se presentan en esta hortaliza, con la simple finalidad de prevenir el ataque de las misma, que puedan disminuir en mayor grado el rendimiento de este cultivo.

En México desgraciadamente la investigación de enfermedades ocasionadas por royas, está muy limitada, por la complejidad de su ciclo de vida.

Las royas han sido desde hace tiempo uno de los grupos de patógenos vegetales que han despertado mayor interés entre los micólogos. Su ciclo vital básico y la distinción fundamental entre royas autoícas y heteroícas ( las primeras producen todos los tipos de esporas en un único huésped y las segundas alternan entre dos huéspedes para completar su ciclo) son pocos conocidos (León, 1982).

Su ciclo vital es complejo, tal vez uno de los más complejos de todo el reino Fungi ya que producen hasta 5 tipos de estados, con esporas diferentes separados en tiempo y espacio, lo que hace difícil su conocimiento y su control. Los estados son: (0) espermogonios portadores de espermacios, (I) aecidios portadores de aeciosporas, (II) uredinios portadores de urediniosporas, (III) telios portadores de teliosporas y (IV) basidios portadores de bosidiosporas (López, 1984).

A las royas que presentan las 5 fases (de la 0 a la IV) se les denomina macrocíclicas. Algunas solamente presentan las fases 0 y II y se les llama microcíclicas (braquicíclicas). Otras presentan únicamente las fases 0-II-III, o 0-I-III y se les denomina royas demicíclicas (López, 1984).

Aunque algunas se han cultivado, las royas son hongos microscópicos y parásitos obligados de plantas vasculares y de algunas otras plantas inferiores como los helechos y gimnospermas en la cual afectan principalmente los tejidos foliares (Agrios, 1988 ).

Se reconocen por la ciencia 160 géneros y unas 6000 especies diferentes pero muchas más están por descubrirse (López, 1984) de cada 40 colectas de royas una corresponde a una especie no conocida para la ciencia (Hennen & McCain, 1993) lo que hace pensar a los estudiosos de esta área de la micología que existen en nuestro planeta al menos 9 000 a 10 000 especies de royas.

Las royas se han registrado en más de 200 familias diferentes de plantas, tanto silvestres como cultivadas y en prácticamente todo el planeta.

En México se han registrado unos 60 géneros y un poco más de 600 especies tanto en plantas silvestres como cultivadas. Dos géneros de royas representan más del 50% de las especies de México, éstas son *Puccinia* con más de 300 especies y *Uromyces* con más de 150 especies (López, 1984).

Más del 60 % de las plantas cultivadas poseen al menos un tipo de roya, que les producen diversas enfermedades tales como defoliación, deformación, manchado, marchitamiento y, cuando la enfermedad es severa, ocasiona la muerte total de la planta; y como consecuencia la producción bajará, será de poca calidad o sencillamente no habrá ( López, 1981).

Las royas, se encuentran entre las enfermedades de las plantas más destructivas, han ocasionado hambre y arruinado la economía de grandes áreas y países enteros. Se conocen mejor debido a los efectos devastadores que despliegan sobre los cultivos de granos, especialmente trigo, avena, maíz, cebada y caña de azúcar, ya que ocasionan pérdidas equivalentes a casi el 10 % de la cosecha mundial por año, pero también atacan hortalizas tales como el frijol y el

espárrago, cultivos mayores como el algodón y la soya, a sí como plantas de ornato como el clavel y el rosal, y han ocasionado pérdidas considerables en árboles como el pino, manzano y cafeto (Agrios, 1981).

En cualquier caso el hábito biotrófico de infección foliar significa que las pérdidas de cosecha debidas a las infecciones de royas son principalmente indirectas y por tanto, aunque hay numerosas especies de uredinales que atacan casi cualquier planta cultivada, las enfermedades causadas tienen a menudo una importancia más bien secundaria; sólo los cereales, árboles forestales y algunos cultivos hortícola y florales sufren realmente pérdidas importantes debida a estos patógenos. Algunas de las familias principales casi no se ven afectadas (Cruciferae, Cucurbitácea, Solanaceae), (Smith, *et al* 1992).

Debe subrayarse que, al igual que otros biótrosos obligados, las royas muestran una tendencia importante a la especialización de huésped a nivel de género, de especie y subespecie, en particular a formar patotipos específicos para genes de resistencia ( Smith, *et al* 1992).

La investigación sobre esta hortaliza es demasiado escasa; la mayor parte de ella esta referida a la técnica de producción, métodos de mejoramiento genético, y pocas existen a estudios referentes a enfermedades ocasionadas por hongos.

En nuestra zona de estudio (Los Lirios), la enfermedad del tomate de cáscara *Physalis ixocar* Bort., ocasionada por roya, está muy limitada, de tal manera, que no se conoce con exactitud su distribución, a sí como sus características biológicas. De tal manera se decidió realizar este trabajo con la finalidad de generar información reciente en la zona y para otros estados productores de esta hortaliza, y por ser un cultivo sumamente importante en nuestro país.

## **OBJETIVOS**

- 1. Identificar el agente causal de la roya del tomate de cáscara *Physalis ixocarpa* Brot.**
- 2. Determinar su incidencia y severidad.**

## REVISIÓN DE LITERATURA

### **Importancia económica del tomate de cáscara *Physalis ixocarpa* Brot.**

En México, el tomate verde, es un cultivo que está incluido en el grupo de las hortalizas. Se le conoce también como tomate de cáscara, tomate de fresadilla, tomate verde o tomatillo. Según reporta Castillo (1990), el término tomate deriva del vocablo nahuatl “Ayacachtomatl” (Ayacah (tli): sonaja, cascabel y tomatillo).

El tomate verde pertenece al género *Physalis* de la familia de las solanáceas, con distribución principalmente en zonas templadas y tropicales de América y algunas áreas del este de Asia, India, Australia, Europa y África tropical. Varias especies de *Physalis* han sido cultivadas por sus frutos, destacándose: *peruviana*, *pruinosa* e *ixocarpa* (Menzel, 1951). Esta última se considera originaria de México (vertiente del pacífico) donde se le encuentra en forma silvestre desde Guatemala hasta California. Ya en épocas procolombinas los Mayas y Aztecas lo cultivaban (recolectaban) junto con el maíz (Hernández, 1946), situación que prevalece en áreas del centro y costa del pacífico de México, donde tiene lugar la recolección de frutos para el consumo familiar, incluso para la venta en mercados locales y regionales (Soto, 1996).

En la época prehispánica, el tomate verde, cultivado por los Mayas y los Aztecas, se destinaba para uso alimenticio y curativo, se utiliza como condimento, en forma de salsa o combinada con chile, agregando a los alimentos preparados (Ayala, 1992), o bien contra afecciones en vías respiratorias y en órganos digestivos, y para control de diabetes (Cárdenas, 1981).

Dentro de las diferentes especies de *Physalis*, actualmente *Physalis ixocarpa* Brot. Es la única especie considerada bajo cultivo comercial en México, comprende seis razas: Milpero, Phyladelphia, Manzano, Puebla, Rendidora, Salamanca y

Tamazula. (Montes, 1989), Las tres últimas son consideradas más importantes, y solo de Rendidora se han derivado variedades mejoradas (Peña, 1994).

El producto comercial es destinado principalmente para consumo alimenticio en fresco como un componente más de diversos platillos regionales típicos, o bien para el procesado industrial, destacando la elaboración de salsas y condimentos alimenticios (Peña y Marquez, 1990).

### **Características botánicas del tomate de cáscara *Physalis ixocarpa* Brot.**

*Physalis ixocarpa* Brot. Es una planta herbácea, arbustiva y anual, es vigorosa y presenta gran desarrollo, con una amplia adaptabilidad geográfica y condiciones de medio ambiente (Saray, 1978).

Su ciclo vegetativo es de 65 hasta 140 días y alcanza alturas que van desde 40 a 60 cm y hasta 80 a 100 cm.

Por su habito de crecimiento es común encontrar tres tipos de plantas:

**1.- Tipo erecto:** Se identifica por el aspecto arbustivo originado por un crecimiento casi vertical de los tallos, estas presentan la desventaja de que se doblan y/o rajan con el peso de los frutos.

**2.- Tipo rastrero:** Se caracteriza por que generalmente no alcanzan alturas de 30 cm. ya que conforme se va desarrollando la planta, los tallos se extienden sobre la superficie del suelo hasta 1 m. del tallo principal.

**3.- Tipo semirastrero:** Presenta claras diferencias con características intermedias entre los dos tipos anteriores; no tan ramificado como el tipo rastrero pero si con mas ramificaciones laterales que el tipo erecto. Su altura sobrepasa los 30 cm. pero no los 80 cm.



**El tallo;** Es vigoroso, piloso y herbáceo, siendo de mayor diámetro el tallo principal el cual aproximadamente a los 56 días tiene 12 mm de diámetro con ramas primarias de 9 mm. De diámetro y que llegan a extenderse hasta 1 m. de longitud.

**Las hojas;** Son grandes y ovaladas hasta 11 cm. de longitud y 6 cm de ancho, alternas, simples, sin estípulas, pecioladas de base atenuada o acuminada, con borde sinuoso.

**Las flores;** Son de dos tipos: individuales y axilares, grandes de color amarillo con un diámetro de aproximadamente 2.5 cm. en promedio con la corola en forma de estrella o rueda abierta con el tubo muy corto, ovario súpero, el cáliz maduro forma una bolsa esférica membranosa, la corola en su base sostiene cinco estilos formando un tubo, las flores son perfectas pero presentan autoincompatibilidad no especificada, ovario con pistilo ligeramente corto (Saray, 1978).

**El fruto;** Es el ovario maduro llamado baya, su color al madurar varía del amarillo al verde en distintas tonalidades llegando hasta el morado, su tamaño también es muy variable encontrándose desde el tamaño de una canica (2 cm de diámetro) hasta el de una manzana ( 5.5 cm de diámetro) como es el caso de algunas variedades criollas y/o mejoradas.

Cuando alcanza su madurez, puede llenar o romper la bolsa y en menos escala no lograr llenarla, su sabor varía del ácido al dulce pasando por agridulce, contiene numerosas semillas.

**La raíz;** Presenta una raíz típica con abundante ramificación y desarrollo poca profundidad cuando la planta es de transplante, en cambio cuando la siembra es directa su raíz es mas profunda.

**Las semillas;** Son muy pequeñas y de color crema pálido, tienen forma de disco y su diámetro es menor de 3 mm y su espesor menor de 0.5 mm., testa lisa, un fruto contiene aproximadamente 300 semillas (Saray, 1978).

### **Taxonomía del tomate de cáscara *Physalis ixocarpa* Brot.**

La clasificación taxonómica del tomate de cáscara es la siguiente:

REINO.....Vegetal  
DIVISIÓN.....Magnoliophyta  
CLASE.....Dicotiledónea  
SUBCLASE.....Dicotiledoneae  
ORDEN.....Solanales  
FAMILIA.....Solanaceae  
GENERO.....*Physalis*  
ESPECIE.....*P. ixocarpa* Brot.  
( Jones, 1986 ).

La clasificación permite la oportunidad de originar un nombre, ya que botánicamente las plantas no existen hasta que se les asigna el respectivo nombre después de haber acumulado información sobre: Distribución geográfica, Variación morfológica, Afinidad genética, Apareamiento cromosomal en híbridos, Cruzabilidad y Fertilidad - esterilidad, etc. (Marzocca, 1985).

Las hortalizas son susceptibles al ataque de una gran variedad de enfermedades, cuyos agentes causales pueden ser: hongos, bacterias, virus y micoplasmas, incluidos varios desordenes fisiológicos (Castaños, 1993).

Los daños que estos organismos ocasionan, están íntimamente ligados a una serie de factores, entre las que se destacan: clima, tipo de suelo, la especie cultivada y el manejo agronómico.( Castaños, 1993).

### **Sobrevivencia de las royas**

Desde el punto de vista de la patología vegetal, podemos anotar que las royas pueden sobrevivir como: I) teliosporas; II) micelio perenne, especialmente en huéspedes leñosos; III) por ciclos únicamente de urediniosporas, especialmente en climas cálidos o en invernaderos donde se dispone durante todo el año de hojas que infectar. La infección del huésped alternativo no se repite y tiene lugar sólo una vez al año, mientras que la infección del huésped telial se repite en general una y otra vez por medio de las uredinios. Unas pocas royas del tipo repiten su ciclo dentro de la estación por la formación sucesiva de teliosporas y basidiosporas. (Smith, *et al* 1992).

### **Ataque de las royas**

Las aeciosporas o las urediniosporas, germinan sobre la superficie de la hoja dando lugar a tubos germinativos que crecen hacia los estomas y forman un apresorio sobre la apertura estomática; desde él una hifa de penetración entra hasta la cavidad subestomática donde forma una vesícula subestomática; en las células vecinas del mesófilo se forman haustorios limitados por una vaina haustorial, y el hongo se extiende en los tejidos de la hoja con un micelio intercelular con haustorios intracelulares, formando una colonia normalmente circular. El micelio da lugar a esporas que erumpen por la epidermis como pústulas típicas (a menudo en la misma pústula las teliosporas siguen a las urediniosporas); los uredinios se dispersan para reinfectar el mismo huésped; las teliosporas que sobreviven sobre restos germinan *in situ*, dando lugar a basidios y basidiosporas, normalmente al principio de la estación vegetativa, que constituyen el inóculo primario para reinfectar al mismo huésped (autoóicas) o el huésped alternativo (heteroóicas), (Smith, *et al* 1992), ( el cuadro 1 y 2, de la pag, sig. Se agrupan las royas de importancia económica para México, sin encontrar al que afecta al tomate de cáscara).

### Alternancia de las royas

La alternancia entre huéspedes es un elemento característico de la epidemiología de las royas y en algunos casos ha tenido implicaciones obvias para su control; sin embargo, el heteroecismo puede considerarse como una limitación para la multiplicación del patógeno, de forma que muchas royas heteroicas tienen una importancia económica menor que las autoicas (Agrios, 1988 ).

**Cuadro 1. Royas que atacan cultivos de importancia en México.**

ROYA	CULTIVO
<i>Puccinia sorghi</i>	Maíz
<i>Puccinia polysora</i>	Maíz
<i>Uromyces appendiculatus</i>	Frijol
<i>Puccinia melanocephala</i>	Caña de azúcar
<i>Puccinia purpurea</i>	Sorgo
<i>Puccinia kuehnii</i>	Caña de azúcar
<i>Puccinia graminis f. sp. Tritici</i>	Trigo
<i>Hemileia vastatrix</i>	Café

( López, 1981 ).

**Cuadro 2. Otras royas que atacan cultivos de importancia en México.**

ROYA	CULTIVO
<i>Puccinia carthami</i>	Cártamo
<i>Puccinia helianthi</i>	Girasol
<i>Colesosporium ipomoeae</i>	Camote
<i>Uromyces sp.</i>	Chayote
<i>Puccinia coronata</i>	Avena
<i>Puccinia graminis avenae</i>	Avena

<i>Puccinia graminis</i>	Cebada
<i>Puccinia graminis</i>	Centeno
<i>Puccinia atra</i>	Mijo
<i>Puccinia substriata</i>	Mijo
<i>Puccinia menthae</i>	Menta
<i>Uromyces ciceri-arietinum</i>	Garbanzo
<i>Uromyces medicaginis</i>	Alfalfa
<i>Uromyces striatis</i>	Alfalfa
<i>Puccinia schedonnardi</i>	Algodón
<i>Puccinia stakmanii</i>	Algodón
<i>Uredo fici</i>	Higo
<i>Gymnosporangium clavipes</i>	Tejocote
<i>Gymnosporangium clavipes</i>	Membrillo
<i>Tranzchelia punctata</i>	Almendro
<i>Tranzchelia discolor</i>	Chabacano
<i>Tranzchelia punctata</i>	Durazno
<i>Tranzchelia discolor</i>	Durazno
<i>Tranzchelia pruni-spinosae</i>	Durazno
<i>Tranzchelia punctata</i>	Ciruela
<i>Gymnosporangium kernianum</i>	Peral
<i>Gymnosporangium clavariaeforme</i>	Peral
<i>Puccinia pittieriana</i>	Papa
<i>Phragmidium fusiforme</i>	Rosa
<i>Phragmidium disciflorum</i>	Rosa
<i>Phragmidium cariophyllinus</i>	Rosa
<i>Phragmidium subcorticium</i>	Rosa

( López, 1981 ).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción del Área Geográfica en Estudio

El municipio de Arteaga se localiza al sureste del estado de Coahuila, en coordenada 101° 50' 24" longitud oeste y 25° 25' 58" latitud norte, a una altura de 1,660 metros sobre el nivel del mar y con una superficie de 1,818.60 kilómetros cuadrados.

Se localiza a una distancia aproximada de 18 km. de la capital del estado y los Lirios a 40 km. de la cabecera municipal..

Limita al norte con el municipio de Ramos Arizpe; al sur con el estado de Nuevo León y al oeste con el municipio de Saltillo.

Arteaga se encuentra dividida en un total de 366 localidades, entre las cuales se pueden localizar 26 comunidades ejidales, en donde en cuatro de ellas se ha presentado la enfermedad siendo estas Emiliano Zapata, Huachichil, el Tunal en el año del 2001 y en los Lirios en septiembre del 2003 esta última, a una altura de 2,770 m.s.n.m. mayor al de la cabecera municipal, ya que estas zonas pertenecen a la Sierra de Arteaga y forman parte de la Sierra Madre Oriental, la cual a lo largo del estado presentan grandes elevaciones, valles y cañones ( Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, 2004 ), ( Las fig. 1. Muestra las características físicas, correspondiente donde se llevó acabo dicho estudio).



Fig. 1. Características de la huerta en estudio.

## **Clima**

En el municipio es de tipo semiseco – semicalido, y en los lirios se encuentra dentro del subgrupo de climas semifrios; la temperatura media anual es de 12° a 16°; la precipitación media anual se encuentra en el rango de los 400 a 500 mililitros con regímenes de lluvias en los meses de mayo, junio, julio, noviembre y enero; los vientos predominantes tienen dirección noreste con velocidad de 15 a 20 km./hr anuales ( Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, 2004 ).

## **Vegetación**

Es un valle dedicado principalmente al cultivo del manzano (*Pirus malus*), papa (*Solanum tuberosum*), maíz (*Zea mays*), tomate verde (*Physalis ixocarpa* Brot.), nopal, membrillo, durazno, chabacano y maguey. Cabe señalar que en aquella región , la mayor parte de la vegetación nativa a sido desplazada por los cultivos mencionados, quedando poca vegetación de pino piñonero (*Pinus cembroides*), capulin (*Prinus capuli*), piracantos (*Pyracantha coccinea*), Junipero (*Juniperus deppeana*), ocote (*Pinus ayacahuite*), entre otros. A ras del suelo destacan algunas gramíneas como la avena loca (*Avena fatua*), lengua de vaca (*Rumex crispus*), malva (*Malva parviflora*), polocote (*Helianthus annus*) (Zavala, 1993).

## **Suelo**

Presenta una textura arcillo – limosa de coloración clara a castaño tenue, en la cual esta dedicado en su mayoría a la agricultura (Zavala, 1993).

## **Identificación del agente causal**

La identificación de esta roya es un tanto difícil debido a que las claves taxonómicas, la gran mayoría de ellas solo se basan en fases de vida específicas para cada especie, y frecuentemente se fundamentan en la telia y uredia, por lo cual las muestras con estados aeciales se consideran las más difíciles de identificar.

En nuestro caso solo se conoce la fase I de la enfermedad, de tal manera la identificación en esta etapa sólo es estimativa, a un más, no hay manera real para determinar si la aecia, es parte de un ciclo de vida autoíco o heteroíco, o macrociclica -microciclica o simplemente demiciclica( León, 1982).

De las agallas, hojas y frutos colectadas se hicieron cortes transversales y longitudinales de forma manual con un bisturí, para extraer los organismos, posteriormente se colocaron en un portaobjetos con una gota de lactofenol al 2 %, se les puso un cubre objetos, se dejaron reposar por tres minutos y se sellaron con esmalte transparente.

Las preparaciones se observaron al microscopio compuesto marca Carl zais con el objetivo 100X; se midieron 100 aeciosporas en largo y ancho completamente al azar utilizando las reglillas de objetivo y ocular micrométricas. Las imágenes se registraron con una cámara digital pixera profesional. Además se utilizó un microscopio estereoscópico (Carl zais) tessovar (photomicrographic zoom sistem), para el auxilio de las labores de corte, raspado y montaje.

### **Muestreo**

La metodología consistió en seleccionar tres plantas por cada sitio, distribuidas a una distancia de 10 metros entre ellas y en el mismo surco. Este método se siguió en todos los demás surcos restantes, hasta finalizar con toda la huerta. Se proporcionó un valor de 0 a 100 % para medir el grado de infestación.

### **Incidencia**

Para calcular el tamaño de la muestra no fue necesario el uso de formular, ya que solamente fue una parcela, en donde se nos facilitó evaluar 380 muestras, para determinar así, el número de ellas que se encontraban infectadas con la enfermedad.



## Severidad

En cada punto de muestreo, se tomó todo el área foliar de las tres plantas para designarles el porcentaje del daño de la enfermedad. Esto consistió en que si todo el área de las tres plantas estaban totalmente infestadas equivalían a un 100 %, en dado caso de ser lo contrario simplemente se le designa un valor de cero. ( Cuadro 3 ).

Se hace mención que ninguno de los sitios muestreados presentaron un 100 % de infestación, por el cual no fue necesario incluirlo en el cuadro 3, ya que por condiciones de ajuste para la escala se tomaron los valores del 50 % de infestación por ser los más elevados.

La escala que se tomó para medir el porcentaje de severidad fue arbitraria ,de 0 al 5, en la cual se representa en el siguiente cuadro:

<b>Escala</b>	<b>( % ) de infestación</b>
0	Plantas sanas
1	10 %
2	11 – 20 %
3	21 – 30 %
4	31 – 40 %
5	41 – 50 %

Cuadro 3. Escala que se utilizó para determinar la severidad en cada punto de muestreo.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Características del Agente Causal

Las plantas afectadas muestran deformaciones en las partes apicales (Fig. 3. A), enrollamiento de hojas y ocasionándole cuando se seca, manchas de color café negruzcas con anillos concéntricos semejando a tizón temprano *Alternaria solani*, desprendiendo parte de ella, para dejar un agujero en la parte central de la misma (Fig. 3. B). Afecta también a las flores y a la bolsa membranosa, tanto interna como externa que cubre al fruto (Fig.4. A y B), cuando esta ataca al fruto le impide el crecimiento (Fig.4. B). Presenta agallas en tallos y ramas primarias (Fig. 2. A). Los tejidos afectados muestran inicialmente un color amarillo claro (Fig.2.B), posteriormente amarillo fuerte y luego se vuelven marrón (Fig. 3. A), y finalmente un color café negruzco (Fig. 2. A). Sobre el tejido infectado de color amarillo se observan las aecias, mismas que contienen las aeciosporas.

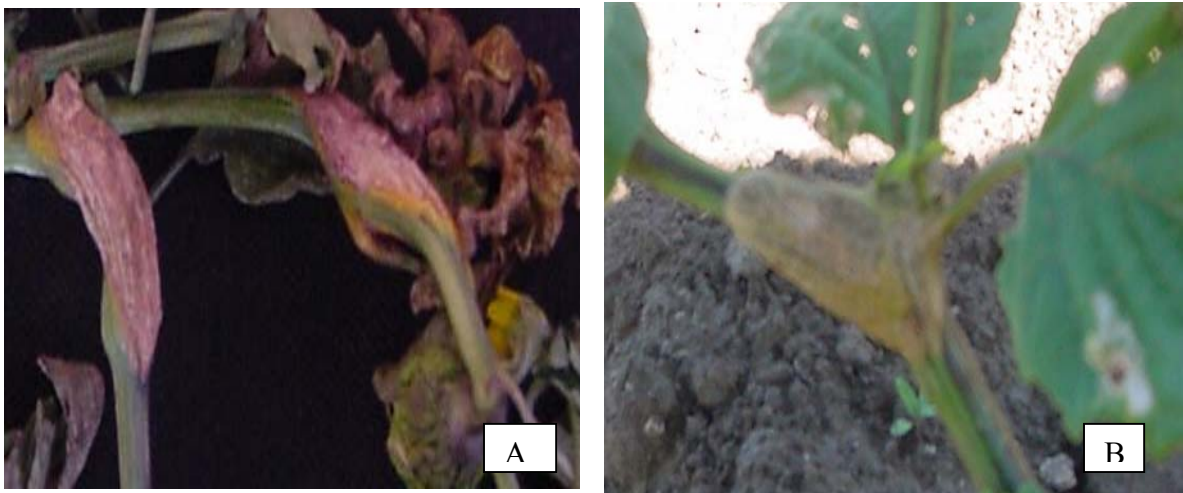


Fig. 2. A, B. Agallas presentes en tallo principal y ramas primarias.

Las aecias se encuentran en grandes grupos. Las aeciosporas son de color amarillo fuerte y claros, verrucosas, encontrándose de una forma oval a elipsoide, hasta semejar a la cabeza de una brocha que se utiliza para pintar habitaciones,

estas por las equinulaciones que presenta. Las paredes son generalmente incoloras.

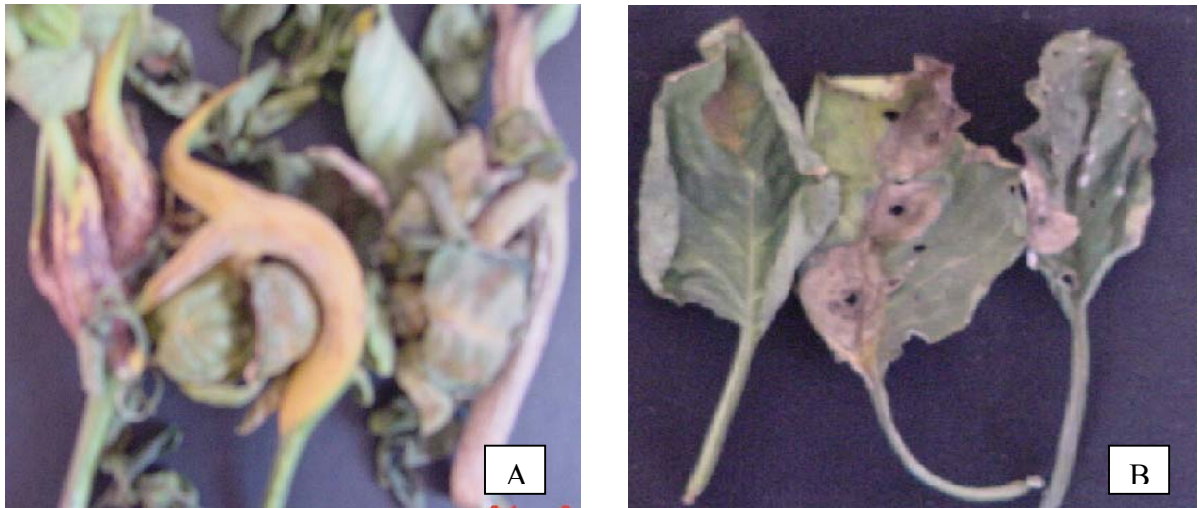


Fig. 3. A, B. Agallas presentes en zonas apicales y características en la hoja, al final del estado aecial.

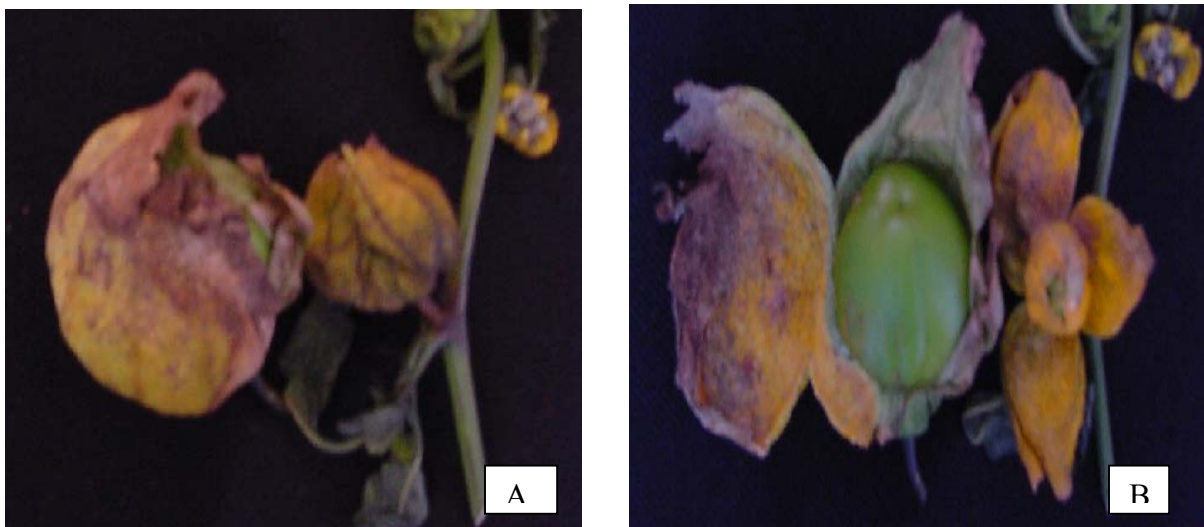


Fig. 4. A, B. Característica del estado aecial de la roya, atacando el fruto y la bolsa membranosa, tanto interna como externa.

Las medidas de las aeciosporas fueron en intervalos de 15.2 a 47.2 micras de largo x 4.8 a 31.6 micras de ancho, con un promedio de 21.32 micras de largo x 14.62 micras de ancho.

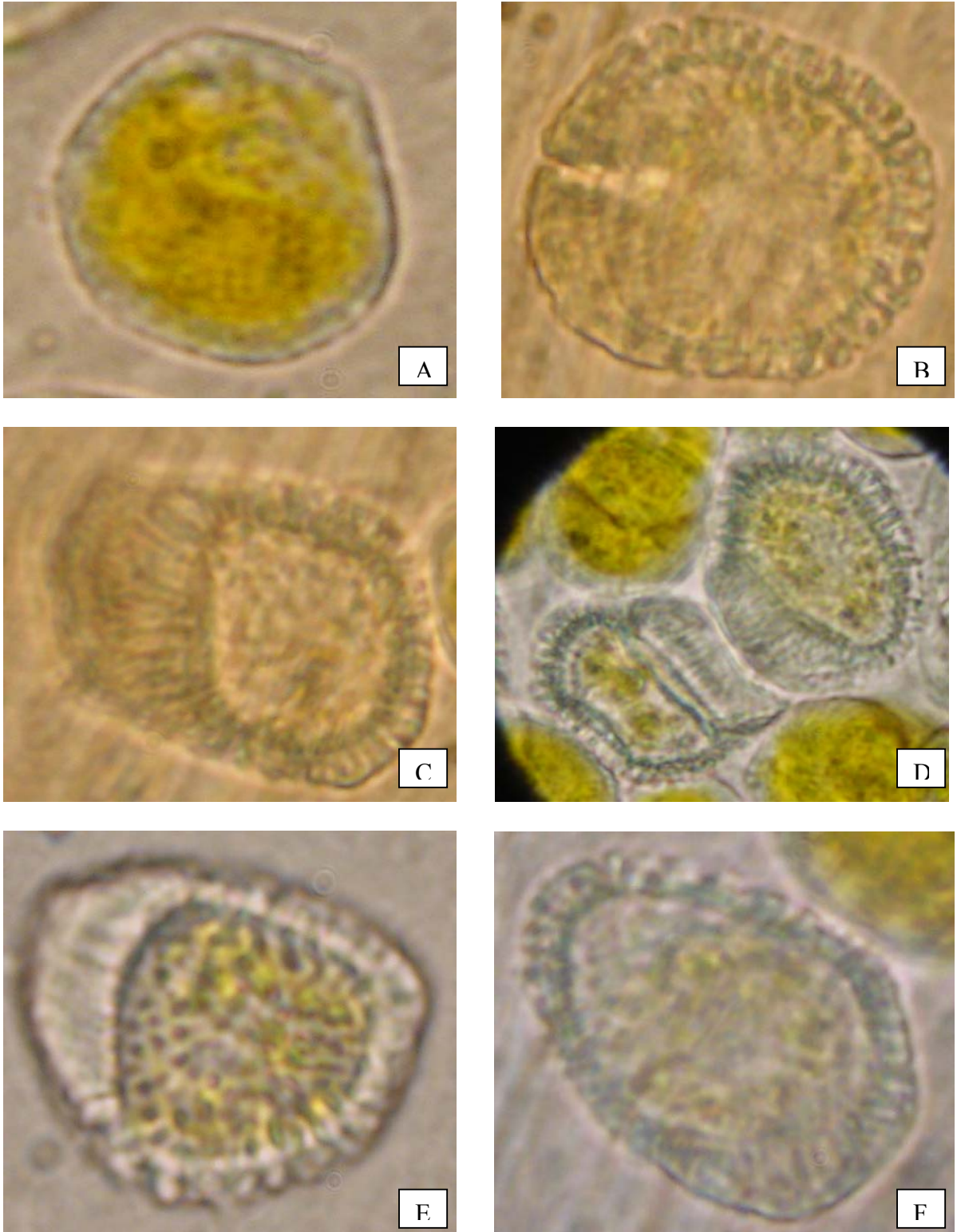


Fig. 5. A, B, C, D, E, F. Posibles etapas de inicio hasta la formación completa de las aeciosporas, finalizando con una pérdida de color.

## Incidencia

La enfermedad se detectó en 340 sitios, de las 380 muestreadas, en la cual se obtuvo un valor de 89.47 % de incidencia ( En la figura 6 y 7, se ilustra el comportamiento de la roya en el cultivo).

El valor de la incidencia se obtuvo de la siguiente manera:

380 muestras ----- 100 % de incidencia

340 muestras enfermas----- x

-----  
**X = 89. 47 %**

## Muestreo

Cuadro 4. Muestra en total de resultados que se obtuvieron en la huerta, de acuerdo al grado de infestación de cada sitio

<b>Escala</b>	<b>(% ) de infestación)</b>	<b>Nº de sitios muestreados</b>	<b>Total de agallas en la muestra</b>
0	0 % ( Plantas sanas)	40	0
<b>1</b>	<b>10%</b>	<b>225</b>	<b>55</b> o más
2	11 - 20%	<b>72</b>	<b>25</b> “
3	21- 30%	30	11 “
4	31 - 40%	9	7 “
5	41 - 50%	4	3 “
		Total de muestreos = <b>380</b>	Total de agallas = <b>101</b>

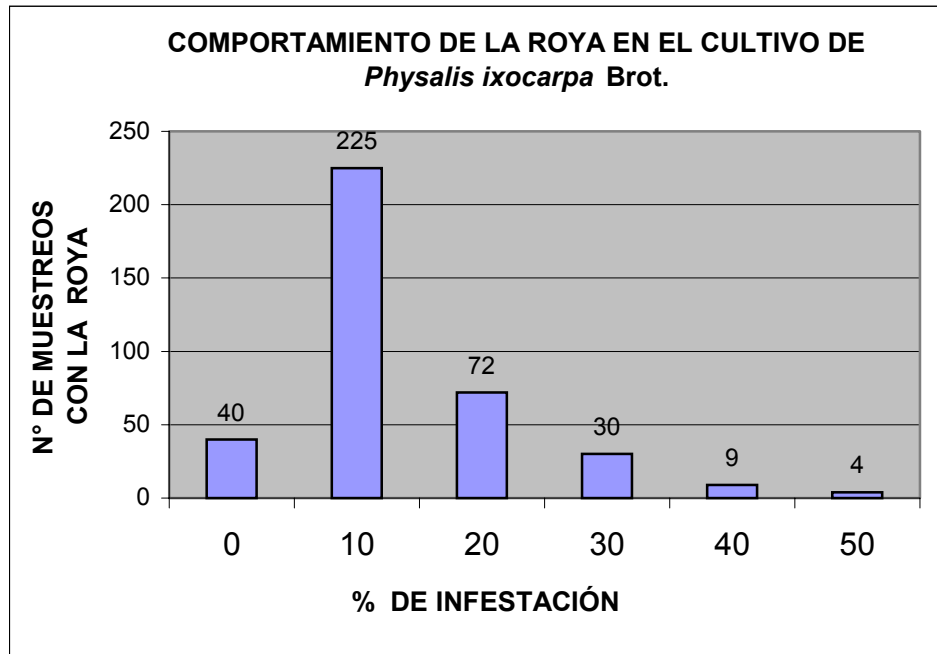


Fig. 6. Tendencia de comportamiento de la roya en el cultivo del tomate de cáscara *Physalis ixocarpa* Brot.

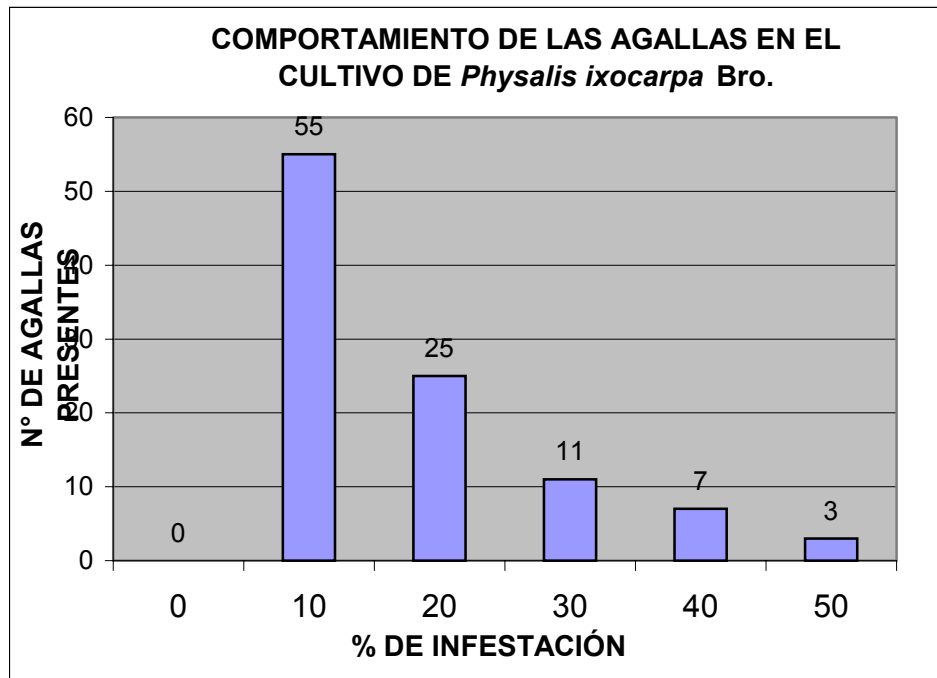


Fig. 7. Tendencia de comportamiento de las agallas, ocasionada por la roya, en el cultivo del tomate de cáscara *Physalis ixocarpa* Brot.

## **Severidad**

Para determinar la severidad, fue necesario agrupar los valores de acuerdo a la escala antes mencionadas, por el cual los resultados de los sitios muestreados que obtuvieron un 5 y 15 % de infestación se agruparon en los números de la escala más cercana. Por ejemplo los que presentaban un 5 % de infestación se agruparon en la escala del 10 % y los de 15 % de infestación en el 20 %. Para totalizar 225 muestras con una infestación de 10 % y 72 muestras con 20 %, 30 muestras con 30 %, 9 con 40 %, 4 con 50 % y 40 con 0 % de infestación. De tal forma que la severidad es de 1, de acuerdo a la escala propuesta, ya que es donde se agruparon, la mayoría de los sitios muestreados con un 10 % de infestación. También se obtuvieron 101 agallas de todos los sitios muestreados, encontrando 55 en los sitios que obtuvieron un 10 % de infestación, 25 en los que obtuvieron un 20 %, 11 en 30 %, 7 en 40 %, y 3 agallas en los que obtuvo un 50 % de infestación. El mayor grado de severidad e incidencia se encontró en la parte suroeste de la huerta, ya que posiblemente sea por la variabilidad de especies de malezas que se encontraban presentes.

Ocasiona la caída de hojas, crecimiento inadecuado de los frutos y con ayuda del viento, puede quebrar las ramas por el peso de las mismas. Las agallas debilitan y limitan el crecimiento, pero con mayor grado hacen que disminuya el follaje, la productividad al disminuir su tasa fotosintética y más que nada disminuye la traslocación de los productos fotosintéticos de sus tejidos, (Agrios,1988).

## CONCLUSIONES

1. El hongo que produce la roya sobre el tomate de cáscara *Physalis ixocarpa* Brot. Probablemente pertenece a una roya macrocíclica – heteroica, causada por *Aecidium* sp.
2. La incidencia fue de 89.47 % y con una severidad de **1** de acuerdo a la escala propuesta, por lo cual, si influye en el rendimiento del cultivo.



## BIBLIOGRAFÍA

- Agrios, G. N. 1988. Plant pathology. Thrd edition. Academic press. London.
- Ayala P., J.P., A. Peña L. y J. Mulato B. 1992. Caracterización de germoplasma de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Bror.) en Chapingo, México. Revista Chapingo. 79/80:128-137.
- Castillo P. I. 1990. Estudio de dos densidades de población, dos sistemas de manejo y tres arreglos topológicos en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Tesis de Licenciatura. Universidad autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Cárdenas C., I.E. 1981. Algunas técnicas experimentales con tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Centro de Genética. Montecillo, México.
- Castaños, C. M. 1993. Horticultura, Manejo Simplificado. Universidad Autónoma Chapingo. Primera Edición en Español. Impreso en México.
- Hernández, F. 1946. Historia de las plantas de Nueva España. Vol. II. De la UNAM. México, D.F. p. 701-706.
- Hennen, J. and McCain, J. 1993. New species and records of Uredinales from the Neotropics. Mycologia 85(6) : 970-986.
- Jones, S. B. 1986. Plant Systematics. Secon Edición. Ed. Mc. Graw – Hill. Inc.
- López, A. 1984. The rust fungi of Mexico. Rept. Tottori Mycol. Inst. (Japan) No.22, 158-163.
- León, G. H. M. 1982. Uredinales (Royas) de México. Vol. II. Pag. 1 –13.
- Menzel, M.Y. 1951. The citotaxonomy and genetics of *Physalis*. Proc. Amer. Phil. Soc. 95:132-183.
- Montes H., S. 1989. Alguno efectos de la domesticación sobre la morfología del tomate (*Physalis philadelphica* Lam.). Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo. México.

- Peña L., A. y Márquez F. S. 1990. Mejoramiento genético del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Revista Chapingo. 71-72:84-88.
- Peña, L. A. 1994. Hibridación de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Memorias de la XL Reunión anual. Interamerican Society For Tropical Horticulture. 13 al 19 de Noviembre. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México.
- SARH. 1978. El cultivo del tomate de cáscara en el estado de Hidalgo. Ed. Instituto de Investigación Agrícola. Circular CIAMEC. N° 109. México.
- Saray M. R. 1978. La importancia de la precosecha (calentamiento) en el rendimiento de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo.
- Smith, I. M. J. Dunez, R. A. Lelliott, D. H. Phillips y S. A. Archer. 1992. Manual de enfermedades de las plantas. Pag. 534 – 535. Capítulo 16.
- Soto D., G. 1996. Evaluación de resistencia a *Fusarium* sp. de 95 colectas de tomate de cáscara en Cuautla, Morelos. Tesis de Licenciatura. Fitotecnia. Universidad Autónoma chapingo, Chapingo, México.
- Zavala G. J. A. 2003. Caracterización de la roya del Enebro (*Juniperus* sp.) en la sierra de Arteaga, Coahuila. Tesis de Licenciatura. Parasitología. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.

## BIBLIOGRAFÍA EN INTERNET

Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza. 2004.

<http://www.coahuila.gob.mx/gobierno/conoce/acercade/municipios/arteaga.htm>

Marzocca, A. 1985. Taxonomía vegetal. Ed. IICA. 263 p.

<http://www.agrarias.uach.cl/webpapa/botanica.html>

López, R. A. 1981. Hongos fitopatógenos del estado de Veracruz II. Uredinales.  
Bol. Soc. Mex. Mic. 16 : 117-140.

<http://www.uv.mx/institutos/forest/foresta/num1/roya.htm>

## APÉNDICE

### Medición de aeciosporas en micras

No. De medición	Medidas en ancho y largo	No. De medición	Medidas en ancho y largo	No. De medición	Medidas en ancho y largo
1.	11.2-20.0	35.	16.0-24.0	69.	12.8-21.6
2.	9.6-22.4	36.	13.6-20.8	70.	19.2-21.6
3.	19.2-19.2	37.	16.0-20.8	71.	12.0-22.4
4.	12.0-24.0	38.	16.0-19.2	72.	9.6-20.8
5.	12.0-18.4	39.	15.2-24.0	73.	12.8-23.2
6.	12.0-20.0	40.	14.4-24.8	74.	12.8-24.0
7.	15.2-24.8	41.	22.4-16.8	75.	12.8-20.0
8.	13.6-22.4	42.	12.8-14.4	76.	31.6-17.6
9.	12.8-24.8	43.	19.2-29.6	77.	17.6-24.8
10.	10.4-19.2	44.	18.4-17.6	78.	9.6-23.2
11.	14.4-21.6	45.	16.0-24.0	79.	13.6-20.8
12.	16.0-19.2	46.	16.0-24.0	80.	16.8-23.2
13.	13.6-20.0	47.	17.6-16.0	81.	12.0-20.8
14.	16.0-16.8	48.	14.4-23.2	82.	13.6-20.0
15.	10.4-22.4	49.	16.0-24.0	83.	10.4-22.4
16.	14.4-18.4	50.	13.6-17.6	84.	20.0-24.0
17.	10.4-16.0	51.	24.8-30.4	85.	17.6-22.4
18.	8.0-20.8	52.	14.4-17.6	86.	17.6-21.6
19.	18.4-23.2	53.	16.0-16.8	87.	12.8-16.0
20.	16.0-20.0	54.	18.4-23.2	88.	15.2-18.4
21.	12.0-19.2	55.	16.8-20.0	89.	20.0-23.2
22.	19.6-18.4	56.	19.2-24.8	90.	8.8-21.6
23.	17.6-22.4	57.	16.0-22.4	91.	15.2-21.6
24.	13.6-22.4	58.	14.4-21.6	92.	12.8-22.4
25.	13.6-20.0	59.	16.0-22.4	93.	16.0-21.6
26.	12.0-19.2	60.	12.0-19.2	94.	12.8-22.4
27.	14.4-24.0	61.	16.0-20.8	95.	24.0-47.2
28.	12.8-20.0	62.	11.2-20.0	96.	20.8-20.0
29.	19.2-21.6	63.	15.2-18.4	97.	12.8-18.4
30.	20.0-29.6	64.	8.0-17.6	98.	13.6-17.6
31.	15.2-20.8	65.	9.6-16.0	99.	12.8-24.0
32.	17.6-20.0	66.	13.6-15.2	100.	4.8-15.2
33.	16.0-20.0	67.	12.0-22.4		x = 14.62-21.32 μ
34.	16.0-21.6	68.	8.8-25.6		

Como se observa, el rango de las aeciosoras en ancho fue de 4.8 a 31.6 dando una media de 14.62 μ y de 15.2 a 47.2 en largo con media de 21.32 μ..

## DATOS DE CAMPO

### Número de Surcos y Cantidad de Puntos Muestreados en Cada uno

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
0	0	10	10*	10	10	20	10	10	10*	10*	5	10*	0	20	10	20	5	10*	10*				50*	10	10	20	20	10
0	10	10	10	10	10	10	10*	10	10	10	10	20	10	20	20	20*	10	10	0	15	30*	10	30	40*	10	5	30*	20*
0	0	10	10	10	10	10	10	10*	10	10	10	15	0	20*	20	20	5	10	20	5	10	30	40	20	15	5*	10*	10
10	10	10	10	10	10	10	0	10	0	0	0	20*	10	30	0	0	0	10	30*	10	10	10	30	5	50*	5	10*	10*
20*	10	0	10	20	10*	5	0	10*	0	10	20	20	10	10*	10	10	10*	15	40*	5	10	10	10*	30*	20	10	30	20
10*	10*	0	10	10*	0	30*	5	10*	10	10	10	20	20*	10	20	20	10	10	10	5	10*	10	10*	10*	20	15*	10*	20*
10	10	10	10	0	0	10	20*	0	10	20*	10	5	10*	10	30	20	40*	10	10	0	10	20*	10	10*	5	30	20*	10
0	10	0	10	10	30*	0	0	10*	10*	10*	10	30*	5	0	30	20*	10	10	20	15*	10	10	10	5	15*	10*	10	10
10	10*	10	10	10*	0	30*	10	10	0	10*	10	20	20	15	10	10	10	20	10*	10	10*	0	10	10	5	20	15	10
0	10	10*	0	10*	10	10	40*	10	10	10	10*	5*	10	10	10	20*	40*	10	5	5	20	10*	5*	10*	15	5	40	10*
0	20*	10	0	30*	10	20	5	10	20	10*	0	10	0	10	10	20*	20*	10	10	20*	20	0	40*	10	5	10	10	40*
20*	10	10	10	0	10*	10	10	10	10	10	0	10	10	0	0	0							10	5*	15*	10*	10	15
10*	10	10*	10	10	0	20	10*	10*	10	20	10	20	0	10	10	50*							10*	20*	15	15	30*	20
0	10	10*	10	10	10	0	20	10*	20	10*	20*	50	30															
				10	10*	30*	10																					

1. \* significa que la muestra presentó de 1 o más agallas.
2. La escala que se tomó para medir el grado de infección fue de cero a cien.
3. Los espacios en blanco significa que no se realizó el muestreo.