


Determinación de la relación entre *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) y *Dothiorella* sp. en guayabo (*Psidium guajava* L.)

Relationship determination between *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) and *Dothiorella* sp. in guava (*Psidium guajava* L.)

Gisela RIVERO MALDONADO ¹, **Magally QUIRÓS**², **Adriana SÁNCHEZ**¹, **Dorian RODRÍGUEZ**³, **María Elena SANABRIA**⁴, **Jorge ORTEGA**⁵ y **Ciolys COLMENARES**⁵

¹Departamento de Botánica, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia (LUZ). Apartado 15205. Maracaibo, Zulia, 4005, Venezuela, ²Departamento Fitosanitario, LUZ, ³Laboratorio de Fitopatología, Coordinación de Postgrado, Decanato de Agronomía. Universidad Centrooccidental "Lisandro Alvarado" (UCLA). Barquisimeto, Lara, Venezuela, ⁴Laboratorio de Microtecnia e Histología Vegetal, UCLA y ⁵Departamento de Estadística, LUZ. E-mails: riverogisela@cantv.net y drivero@luz.edu.ve  Autor para correspondencia

Recibido: 30/05/2008 Fin de primer arbitraje: 02/03/2009 Primera revisión recibida: 05/03/2009
Fin de segundo arbitraje: 10/03/2009 Segunda revisión recibida: 12/03/2009 Aceptado: 13/03/2009

RESUMEN

Se diseñó un experimento para determinar la relación entre el ácaro *Brevipalpus phoenicis* y *Dothiorella* sp. El ensayo se realizó en guayabos del Centro Frutícola del Zulia, Mara (10° 49' 98" LN y 71° 46' 33" LO), seleccionando 20 plantas, las cuales se sometieron a tratamientos para la obtención de frutos con heridas y sin heridas del ácaro, e inoculados o no con el hongo, aplicando acaricida (Peropal®), fungicidas (Bavistín® y Captan®) y aspersiones del inóculo según cada caso. Los frutos se cosecharon a los 14, 21, 28, 35, 49, 56 y 84 días post-antesis (dpa). El número de ácaros se contabilizó en los sépalos (adaxial y abaxialmente), pedúnculo y baya. La aparición de *Dothiorella* se verificó sembrando los frutos en PDA y en cortes histológicos del ápice, observando la presencia de los picnidios. Se utilizó el paquete SAS®, prueba de medias de Tukey y análisis de frecuencia. Se obtuvo 1,79% de frutos con crecimiento del hongo, en ausencia de ácaros e inoculados o no con *Dothiorella* sp., de 14 y 84 dpa, respectivamente. El estudio histológico evidenció sólo la presencia de *Dothiorella* sp. en un fruto de 84 dpa inoculado y sin ácaros. Los resultados obtenidos no pudieron demostrar si los daños ocasionados por *B. phoenicis* facilitaron la entrada de *Dothiorella* sp., ya que los tratamientos donde se presentaron los ácaros y se inoculó el hongo, éste no se manifestó, probablemente por las condiciones climáticas durante el ensayo. Las poblaciones del ácaro fluctuaron según los tratamientos y la edad del fruto en las diferentes estructuras; donde se aplicó fungicida en presencia de ácaros fue el que obtuvo la mayor población a los 35 dpa en los sépalos abaxialmente.

Palabras clave: Ácaro fitófago, pudrición apical del fruto, guayabo.

ABSTRACT

A experiment was conducted to determine the relationship between the mite *Brevipalpus phoenicis* and *Dothiorella* sp. Twenty plants from a experimental orchard located at the Centro Frutícola del Zulia, Mara (10° 49' 98" LN and 71° 46' 33" LO) were selected and treated with the purpose of obtaining fruit with and without mite injuries, and inoculated or not with *Dothiorella*, applying a miticide (Peropal®), fungicides (Bavistín® and Captan®) and aspersiones of *Dothiorella* inoculum according to each treatment. The fruits were harvested at 14, 21, 28, 35, 49, 56 y 84 days post-anthesis (dpa). Mites were counted at sepals (abaxial and adaxially), peduncles and berry. The presence of *Dothiorella* was verified placing the fruit on PDA for the growth of the fungi and with histological sections to locate the pycnidia in the apical portion of the fruit. SAS® Program, Tukey's and Frequency Analysis were used to analyze the data. *Dothiorella* was present in 1.79% of the fruits inoculated or not with conidia of the fungi, in absence of mites at 84 and 14 dpa respectively. The histological analysis found one fruit with *Dothiorella* treated with inoculum and with no mites at 84 dpa. The results could not demonstrate if the injuries caused by the mites facilitate the entrance of *Dothiorella*, since fruits were the mites were present and the inoculum of *Dothiorella* was applied was not verified on PDA, this could have happened for unfavourable climatic conditions for the inoculum in the field. Mites fluctuated depending on the treatments and the age of the fruit and its parts, the highest mean mite was at 35 dpa on abaxial sepals.

Key words: Phytophagous mite, stylar-end rot disease, guava.

INTRODUCCIÓN

El ácaro plano, *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) y el hongo *Dothiorella* sp. representan dos de los principales factores limitantes del cultivo del guayabo (*Psidium guajava* L.) en el estado Zulia, afectando tanto la cantidad como la calidad de los frutos cosechados (Quirós y Viloria, 1991; Pérez, 1998). Para el manejo de estos problemas fitosanitarios es necesario entender las relaciones e interacciones que se puedan presentar entre dichos organismos y con otros igualmente perjudiciales a objeto de utilizar las estrategias y tácticas de manejo en el momento apropiado y según cada caso particular.

Coincidentalmente, se ha observado que en la región norte del estado Zulia durante las épocas secas del año, al ocurrir una alta incidencia de *B. phoenicis* la presencia de la enfermedad denominada “pudrición apical de los frutos” ocasionada por *Dothiorella* sp. también es alta (Quirós *et al.*, 2002), esto permitió presumir la existencia de una relación entre este ácaro y el hongo, apoyándose además en la preferencia bien acentuada que tiene el ácaro por partes muy específicas del fruto del guayabo, principalmente el pedúnculo y el ápice, incluyendo los sépalos (Güerere y Quirós, 2000), siendo en esta última estructura donde generalmente comienzan a manifestarse los síntomas de dicha enfermedad.

Según Back *et al.* (2000) pueden presentarse interacciones sinérgicas, antagonísticas o neutrales entre organismos; de acuerdo a cada caso, la epidemiología de la enfermedad puede hacerse más o menos compleja, dependiendo de un gran número de factores relativos a la planta, a los organismos y a las condiciones abióticas y de microclima del nicho ocupado.

Youssef *et al.* (2007), comprobaron que en las relaciones sinérgicas, entre organismos diferentes, tales como entre hongos y nematodos, así como entre ácaros y hongos fitoparasíticos, éstos interactúan en conjunto causándole graves daños a las plantas hospederas. Un caso muy estudiado y discutido lo constituye la malformación vegetativa y de las inflorescencias del mango (*Mangifera indica* L.) cuyo agente causal es *Fusarium mangiferae*, el cual aprovecha las heridas y el transporte de *Aceria mangiferae* (Acari: Eriophyidae) hacia o desde los sitios de infección del patógeno.

En este sentido, Gamliel *et al.* (2006), diseñaron un experimento para determinar cómo el ácaro puede trasladar las conidias hacia las yemas apicales. Este consistió en combinar la presencia y ausencia de ambos organismos: 1. Ácaros + patógeno; 2. Sólo ácaros; 3. Sólo el patógeno y 4. Testigo. Los resultados determinaron que los ácaros se encontraron solamente en las yemas apicales usadas en los tratamientos 1 y 2, y las conidias del hongo marcadas con una proteína fluorescente (GFP) en las brácteas que protegían las yemas correspondientes al tratamiento 1. Con esto demostraron que *A. mangiferae* fue capaz de transportar esporas conidiales del hongo sobre su cuerpo hacia las yemas apicales.

Evans *et al.* (1998), sugirieron que la presencia de esporas de hongos fitoparasíticos adheridos a los cuerpos de *B. hondurani* y *B. viquierae*, recolectados de *Eriobotrya japonica* y *Eupatorium capillifolium*, pudo haber jugado un papel importante en la diseminación de esporas de los hongos en el trópico; sin embargo, no presentaron resultados de la aludida interacción. Por otro lado, se reportó que de las formas móviles del *B. phoenicis* provenientes de hojas y frutos verdes, se aisló *in vitro* (cultivo en papa, dextrosa, agar: PDA) 25 hongos fitopatógenos diferentes, incluyendo a *Dothiorella* sp. e igualmente se observaron al microscopio esporas de este hongo sobre el cuerpo y apéndices del ácaro, lo cual señaló que el mismo puede diseminarlas (Quirós *et al.* 2006).

Lo descrito por Quirós *et al.* (2006) pudiera estar ocurriendo en frutos de guayabo infiriendo que las heridas que causa *B. phoenicis* facilitan la entrada de *Dothiorella* sp., lo cual se fundamenta en dos aspectos importantes: 1. *B. phoenicis* es un tetranycoideo con queliceras móviles modificadas en estiletes para alimentarse, pinchando los tejidos vegetales e ingiriendo por medio de succión los contenidos celulares y 2. *Dothiorella* sp. a pesar que infectó frutos de guayabo sin heridas (Bravo, 2003), también se demostró que la infección ocurrió más rápido en aquellos con heridas que en los intactos (Cedeño *et al.*, 1998). Al respecto, Cárdenas (2001) señaló que la penetración de los hongos a sus hospedantes puede ser de forma directa, a través de aberturas naturales o por medio de heridas.

La evidente preferencia mostrada por *B. phoenicis* por los sépalos y pedúnculos de los frutos del guayabo puede estar relacionada con las

características y disposición de los tejidos en estas estructuras, debido a que las poblaciones del ácaro se adaptan, sobreviven y se reproducen con éxito en las mismas, desde yema floral hasta que el fruto alcanza la madurez (resultados inéditos del Programa MALUZ CC-0032-05). En este sentido, es importante acotar que las plantas en general genéticamente presentan respuestas de defensa o resistencia, entre las cuales se encuentran las del tipo estructural, tales como la presencia de ceras epicuticulares, la naturaleza química y topografía de la cutícula, la organización molecular de la pared celular, la morfología, número y distribución de los estomas, la alta densidad de tricomas, entre otros (Cárdenas, 2001). Es por ello que los caracteres morfoanatómicos de partes estructurales específicas de una planta, juegan un papel importante en la adaptación y preferencia de los artrópodos fitófagos por las mismas, razón por la cual se convierten en habitats preferidos de la especie fitófaga (Egas y Sabelis, 2001).

Considerando todo lo anterior esta investigación presentó como objetivos a) determinar histológicamente y mediante cultivo *in vitro* la relación en la frecuencia de aparición de *Dothiorella* sp. y *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) en sépalos, pedúnculos y frutos de guayabo (*Psidium guajava* L.) de diferentes edades, mediante la utilización de frutos con heridas y sin heridas del ácaro e inoculación o no del hongo y b) Describir la fluctuación poblacional de *B. phoenicis* en sépalos, pedúnculos y frutos de guayabo (*P. guajava* L.) de diferentes edades sometidos a las combinaciones de tratamientos diseñados para determinar la relación entre éste y *Dothiorella* sp.

MATERIALES Y MÉTODOS

Aspectos generales del experimento

La fase de campo se llevó a cabo en una parcela experimental de guayabo de 13 años de edad ubicada en el Centro Frutícola del Zulia, municipio Mara, propiedad de la Corporación de Desarrollo de la Región Zuliana (CORPOZULIA). El municipio Mara se localiza en la altiplanicie de Maracaibo del estado Zulia, presentando como condiciones climáticas: temperaturas promedio anuales de 28 °C, evapotranspiración potencial entre 2000 a 2200 mm anuales y humedad relativa de 75% (Pérez, 1998). La

precipitación, la cual es irregular (500 a 600 mm) presenta un régimen de distribución de tipo bimodal, ocurriendo la máxima en los meses de mayo y octubre y la mínima en los períodos diciembre-enero y julio-agosto (Marín *et al.*, 1993).

El análisis histológico se realizó en los Laboratorios de Botánica Morfológica-Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia (LUZ) y de Microtecnia e Histopatología Vegetal-Universidad Centrooccidental “Lisandro Alvarado” (UCLA); el análisis acarológico y fitopatológico en el Museo de Artrópodos y en el Laboratorio de Fitopatología de LUZ.

El trabajo de campo se condujo durante el período comprendido entre el mes de octubre 2003 y enero 2004, coincidiendo con una de las épocas de lluvia de la zona de estudio. Las plantas de guayabo seleccionadas eran de copa “Criolla Roja” injertada sobre el portainjerto S8 (CENFRUZU), resistente a *Meloidogyne* spp. En la parcela experimental se tomaron 20 plantas al azar, en las cuales se marcaron al inicio del ensayo todas las yemas florales posibles, a manera de garantizar que permanecieran durante el transcurso del mismo y llegaran al estado de fruto fisiológicamente maduro. Sin embargo, considerando el alto porcentaje de abscisión natural, semanalmente se efectuaban remarcajes, identificando la edad del fruto con cintas de colores para reposición de los que se perdían por esa causa. De este lote de plantas se asignaron cuatro a cada combinación de tratamientos derivados de la presencia o ausencia de *B. phoenicis* y *Dothiorella* sp. recolectando de cada una de ellas 10 frutos semanales.

Las yemas florales se seleccionaron considerando la apariencia y el tamaño, ubicadas en la parte media de la copa de la planta y distribuidas en los cuatro cuadrantes de la misma (norte, sur, este y oeste). El tamaño inicial correspondió aproximadamente a aquel que coincidiera al estadio 1 del desarrollo de la yema floral, (en promedio 0,77 cm de longitud según Caraballo, 2001). La similitud del tamaño permitió asumir una edad uniforme en las mismas para obviar la dificultad de esta medición bajo condiciones de campo y en un cultivo de floración continua como lo es el guayabo en esta zona.

A partir de la quinta semana después de la selección de las yemas, se realizaron siete muestreos o cosechas continuas semanales y un último muestreo

(octavo) que se llevó a cabo cuatro semanas después del séptimo, cuando los frutos cambiaron de color verde a amarillo pálido; esto con la finalidad de constatar la aparición de síntomas de la enfermedad ocasionada por *Dothiorella* sp. en aquellos frutos bajo las diferentes combinaciones de tratamientos..

Preparación y aplicación del inóculo de *Dothiorella* sp.

Para la preparación del inóculo de *Dothiorella* sp., se seleccionaron frutos con síntomas de pudrición apical, se lavaron superficialmente por 3 min con agua corriente y los segmentos del tejido enfermo se desinfectaron con una inmersión en hipoclorito de sodio al 0,525% por 1 min y lavado posterior por tres veces en agua destilada estéril.

El tejido enfermo se aisló en cápsulas de Petri con papa-dextrosa-agar (PDA) para posteriormente incubarlo a 27 °C ±1 °C, 55% HR y luz fluorescente continua por tres semanas (Bravo *et al.*, 1999). Una vez que ocurrió el crecimiento del hongo en el medio de cultivo, las cápsulas se llenaron con 10 ml de agua destilada estéril y con una espátula se procedió a raspar la superficie, obteniendo una suspensión de propágulos (micelio y conidias), la cual fue procesada por el método de Cobb modificado (S'Jacob y Bezooijen, 1971). La suspensión resultante se filtró a través de cuatro capas de gasa estéril para remover los fragmentos de micelio. La concentración de esporas de la misma se determinó con una cámara de Neubauer ajustándola a 1×10^5 conidios·ml⁻¹ con agua destilada estéril (French y Hebert, 1980).

En la aplicación del inóculo, se utilizaron 3 ml·bolsa⁻¹ de la suspensión preparada anteriormente, utilizando una asperjadora manual (Bravo, 2003), las cuales se volvieron a cerrar. Este procedimiento se llevó a cabo semanalmente hasta el final de las observaciones. Los frutos a recolectar en la cosecha correspondiente, se inocularon una semana antes de efectuarse la misma.

Análisis Estadístico

Se utilizó un arreglo factorial 5x7, evaluando los factores de estudio que se presentan a continuación, bajo un diseño experimental completamente al azar, con cinco repeticiones y donde la unidad experimental consistió de un fruto.

Edad (E) del fruto de guayabo (*Psidium guajava* L.)

En este factor se evaluaron 7 niveles correspondientes a: 14, 21, 28, 35, 49, 56 y 84 dpa (días post-antesis), del fruto de guayabo.

Combinación (C) de la presencia o ausencia de *Brevipalpus phoenicis* y *Dothiorella* sp. en el fruto del guayabo (*Psidium guajava* L.)

Para este factor se realizaron las siguientes combinaciones con lo cual se generaron 5 tratamientos incluyendo un testigo:

1) Frutos con el inóculo del hongo y ácaros (+A+H)

Las yemas se asperjaron con la suspensión de conidios de *Dothiorella* sp., éstas se encontraban ubicadas en ramas con infestación de ácaros, de manera que migraran hacia el botón marcado y colonizaran los frutos durante su proceso de crecimiento; este comportamiento se ha observado en estudios preliminares (datos inéditos del Programa MALUZ CC-0032-05). La detección de los ácaros se logró visualizándolos con lupas de mano con un aumento de 15x.

2) Frutos con el inóculo del hongo y sin ácaros (+H-A)

Se aplicó el inóculo del hongo a las yemas seleccionadas para este tratamiento; para evitar la incidencia de ácaros en las mismas se procedió a la aplicación quincenal del acaricida Peropal® (Azociotín) a dosis de 1,5 g.L⁻¹; ésta se planificó de manera que no coincidiera con la de la del inóculo, a fin de evitar posibles interferencias.

3) Frutos sin inóculo del hongo y sin ácaros (-H-A)

En este caso se aplicó quincenalmente el acaricida y los fungicidas Bavistín® y Captan®, de manera alternada, a dosis de 0,5 g.L⁻¹ y 2,5 g.L⁻¹, respectivamente, para tratar en lo posible de mantener los frutos libres de estos organismos.

4) Frutos sin el inóculo del hongo y con ácaros (-H+A)

Al igual que en la primera combinación, las yemas seleccionadas se encontraban en ramas con infestación de ácaros. Para evitar la contaminación de las mismas de forma natural con el hongo se realizaron las aplicaciones de los fungicidas sistémicos y de contacto antes mencionados cada 15 d.

Todos los frutos sometidos a los tratamientos 1 al 4 se cubrieron con bolsas dobles de papel blanco, las cuales se sujetaron fuertemente a la rama con cinta de hilo o alambre fino en su extremo superior y se sellaron con Parafilm®; en su extremo inferior, las bolsas se doblaron y cerraron con “clips” para facilitar la aplicación de productos químicos y del inóculo en aquellos tratamientos que lo ameritaban.

5) Frutos sin embolsar y sin tratar (To)

Esta combinación fue el testigo, ya que los frutos no recibieron ningún tipo de tratamiento (inóculo y productos químicos) y no se protegieron con las bolsas.

En el procesamiento de los datos se empleó el sistema de análisis estadístico SAS®, versión 9.1.3 (2005). Para la variable presencia o ausencia del hongo se realizó un análisis de frecuencia utilizando el procedimiento FREQ. A las variables número de ácaros en la superficie adaxial y abaxial de los sépalos, en los pedúnculos y en los frutos de guayabo se les realizó un análisis de varianza con el procedimiento GLM y sus correspondientes pruebas de comparación de medias para los efectos simples; para la interacción se utilizó la opción LSMEANS.

Se aplicó el análisis de la varianza para las variables cuantitativas, con el modelo aditivo lineal $Y_{ijk} = \mu + C_i + E_j + (CE)_{ij} + E_{ijk}$, desglosado hasta grados de libertad:

$$i = 1, 2, \dots, c = 5$$

$$j = 1, 2, \dots, e = 7$$

$$k = 1, 2, \dots, r = 5$$

Donde:

Y_{ijk} = Son las observaciones correspondientes a las variables respuestas evaluadas.

μ = Representa la media de la población.

C_i = Efecto de la combinación de *B. phoenicis* y *Dothiorella* sp.

E_j = Efecto de la edad del fruto.

$(CE)_{ij}$ = Efecto de la interacción de la combinación de *B. phoenicis* y *Dothiorella* sp y edad del fruto.

E_{ijk} = Componente del error experimental.

Fuente de Variación	Grados de libertad
Total	$cer-1 = 5 \times 7 \times 5 - 1 = 174$
Combinación de organismos (C)	$c-1 = 4$
Edad (E)	$e-1 = 6$
Combinación x edad (Cx E)	$(c-1)(e-1) = 24$
Error experimental	$ce(r-1) = 140$

Variables respuestas

a) Presencia (+) o ausencia (-) de *Dothiorella* sp.

El hongo se diagnosticó mediante análisis histológico y en cultivo *in vitro* una vez contabilizado el número de ácaros en los 10 frutos cosechados semanalmente, distribuyendo la mitad para cada uno de los análisis.

a.1) Análisis histológico

Los frutos se fijaron en FAA (Roth, 1964). Los más grandes se cortaron longitudinalmente para garantizar la mejor penetración del fijador (Curtis, 1986).

Se obtuvieron secciones transversales de tejido “a mano alzada” con el fin de detectar al hongo sin causarle daños a su estructura (Bravo, 2003). De éstas se seleccionaron aquellas que permitieron una mejor observación, y luego se colocaron en un portaobjetos con una gota de glicerina diluida en agua (1:1), se cubrieron y finalmente se sellaron con esmalte para uñas transparente para su observación al microscopio óptico. La presencia de *Dothiorella* sp. se determinó con la detección de sus estructuras reproductivas (picnidios).

Las observaciones se realizaron con un microscopio óptico marca Olympus® BX 40 con cámara incorporada para la obtención de microfotografías.

a.2. Cultivo *in vitro*

La presencia de *Dothiorella* sp. en el medio de cultivo se determinó con la visualización de estructuras vegetativas características del hongo creciendo en el mismo, y a nivel microscópico por la observación de picnidios en los sépalos y pedúnculos de frutos que eran lavados previamente con agua corriente, luego se desinfectaban superficialmente con hipoclorito de sodio al 0,525% por 5 min y finalmente lavados con tres enjuagues con agua destilada estéril.

b) El número de ácaros

En la superficie adaxial y abaxial de los sépalos, en los pedúnculos y en los frutos de guayabo, se determinó observando cada una de estas estructuras bajo el estereoscopio. Se asumió que con la presencia de uno o más ácaros se presentarían las heridas correspondientes al proceso de alimentación de los mismos en dichas estructuras, además de que todas sus formas móviles se alimentaban sobre los tejidos vegetales atacados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta investigación la primera cosecha de frutos de guayabo correspondió a catorce dpa de edad de los mismos, lo cual se estimó según lo establecido por Laguado (2000), ya que transcurrieron cinco semanas después del marcaje de las yemas florales en el estadio 1. Las características de los frutos recolectados de acuerdo a la edad se presentan en el cuadro 1. La cosecha correspondiente a los 42 dpa se eliminó por carecer de suficientes unidades experimentales debido a causas que escaparon del control del investigador.

I. Determinación de la relación entre *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) y *Dothiorella* sp.

Se observó solamente el crecimiento del hongo en cuatro frutos (1,79%) de catorce dpa inoculados con *Dothiorella* sp. y en ausencia del ácaro (+H-A), y a los 84 dpa en cuatro frutos (1,79%) no inoculados y también en ausencia del ácaro (-H - A) lo cual validó el trabajo de Cedeño *et al.*, (1998), quien demostró que este hongo es capaz de infestar

frutos sin heridas (Cuadro 2). Considerando que en la metodología empleada para la obtención de frutos sanos, a los que no se les inoculó artificialmente el hongo, se aplicaron los fungicidas Bavistín® o Captan® para asegurar su ausencia, los resultados permitieron inferir que estos productos químicos no funcionaron eficientemente ya que el daño del mismo se manifestó. Por otro lado, es importante señalar que Bravo *et al.*, (2005) obtuvo un 19% de infección en frutos de guayabo donde no se aplicó inóculo del hongo a frutos cubiertos por bolsas de papel, lo cual se le atribuyó a que dentro de las mismas inevitablemente se incluyeron hojas y ramas, que pudieron tener en forma epifítica conidios de *Dothiorella* sp. que infectaron los frutos.

La proporción de frutos que manifestó la enfermedad fue muy baja (3,58%) en comparación con aquellos que no la mostraron (96,43%). Mediante el análisis de este experimento no se puede concluir sobre el efecto que pudieran tener las heridas del fruto ocasionadas por el ácaro sobre la incidencia del *Dothiorella* sp., ya que los tratamientos correspondientes a donde se inoculó el hongo y se presentaron los ácaros (+H+A) (-H+A) la enfermedad no se manifestó

Adicionalmente, el análisis histológico sólo evidenció la presencia de *Dothiorella* sp. en un fruto inoculado de la combinación +H-A de 84 dpa, lo cual se comprobó con la observación de los picnidios.

Estos resultados son erráticos ya que la enfermedad se manifestó en frutos inoculados (+H-A) o no (-H-A) y sin la presencia del ácaro; adicionalmente, ninguno de los frutos del testigo

Cuadro 1. Características de diámetro ecuatorial, diámetro polar y masa de frutos de guayabo (*Psidium guajava* L.) de diferentes edades

Cosecha	Edad del fruto (dpa)	Diámetro ecuatorial (cm)	Diámetro polar (cm)	Masa (g)
1°	14	0,63	1,12	1,34
2°	21	1,63	2,48	4,10
3°	28	1,74	2,50	5,95
4°	35	2,10	2,77	11,08
5°	49	2,69	3,45	14,46
6°	56	2,64	3,43	13,57
7°	84	3,73	5,07	19,24

dpa = Días post-antesis

(n=32 libre de tratamientos fungicidas y acaricidas) manifestó la misma. El factor que pudo haber incidido sobre estos resultados tiene relación con las condiciones climáticas prevalecientes durante el período de realización del ensayo (octubre 2003-enero 2004), el cual coincidió con uno de los picos de precipitación en la zona de estudio. Al respecto, Pérez (1998) reportó que las condiciones climáticas influyeron sobre la incidencia y severidad de la pudrición apical del guayabo, determinando que ambas se incrementaron con la disminución de la temperatura y en ausencia de precipitaciones, mientras que la humedad relativa no tuvo ningún efecto.

Sin embargo, a pesar que la distribución de las precipitaciones en la zona es irregular con importantes variaciones de un año a otro (Marín *et al.*, 1993), Bravo (2003) observó que en el período noviembre a diciembre del año 2000 la incidencia de la enfermedad aumentó progresivamente con la producción total de frutos cuando las condiciones climáticas fluctuaron, éstas favorecieron el aumento del número de esporas, ya que en los meses de agosto a octubre de ese mismo año se presentó alta incidencia y producción de frutos, representando una fuente de inóculo adecuada. Estos resultados

permitieron concluir que bajo condiciones de campo, el desarrollo de la pudrición apical de frutos de guayabo causada por *Dothiorella* sp., no está determinada por un solo factor en particular. La convergencia de factores ambientales, inóculo y hospedante son los responsables del desarrollo de la epifitía.

II. Fluctuación poblacional de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) en sépalos, pedúnculos y frutos de guayabo (*Psidium guajava* L.) según su edad y tratamiento

Las poblaciones del ácaro *B. phoenicis* respondieron de diferentes maneras según los tratamientos derivados de la combinación de la presencia o ausencia de éste y de *Dothiorella* sp. El análisis de varianza demostró que los tratamientos, la edad del fruto y la interacción de estos dos factores incidieron de forma significativa sobre las variables de estudio ($P < 0,05$) (Cuadro 3).

Brevipalpus phoenicis en pedúnculos de guayabo (*Psidium guajava* L.)

Las diferencias estadísticas entre el número promedio de ácaros según los tratamientos, se

Cuadro 2. Distribución del número y proporción de frutos de guayabo (*Psidium guajava* L.) con o sin *Dothiorella* sp. determinada *in vitro*, según la combinación de los tratamientos: +H+A= con inóculo y ácaros; +H-A= con inóculo y sin ácaros; -H-A= sin inóculo y sin ácaros; -H+A= sin inóculo y con ácaros

Combinación	N° de Frutos sin <i>Dothiorella</i> sp.	Porcentaje (%)	Frutos con <i>Dothiorella</i> sp.	Porcentaje (%)	Total (%)
+H+A	38	16,96	0	0	16,96
+H-A	41	18,30	4	1,79	20,09
-H-A	59	26,34	4	1,79	28,13
-H+A	46	20,54	0	0	20,54
TESTIGO	32	14,29	0	0	14,29
TOTAL	216	96,43	8	3,57	100

Cuadro 3. Sumas de cuadrados y significación para las variables ácaros en pedúnculo, ácaros en el fruto, ácaros en superficie adaxial y abaxial de sépalos de frutos de guayabo (*Psidium guajava* L.).

Efecto	Ácaros en pedúnculo	Ácaros en el fruto	Ácaros en superficie abaxial	Ácaros en Superficie adaxial
Tratamiento	422,17**	1852,36*	11620,04**	651,92**
Edad del fruto	354,40**	1361,42**	10519,47**	493,94**
Tratamiento x Edad del fruto	765,25**	2742,02**	22397,39**	918,83**
Error	265,82	4153,07	5901,07	1088,87

Todas las pruebas se realizaron con un $\alpha = 0.05$. NS= No significativo; * = Significativo; ** = Altamente significativo.

observaron hasta los 35 dpa ($P < 0,05$), después de la cual el número fue similar (Figura 1). A los 35 dpa, en el tratamiento libre de acaricida y del inóculo del hongo (-H+A), se observó el promedio más alto en el pedúnculo (30,33 ácaros). Estos resultados coincidieron con lo determinado por Quirós *et al.*, (2002) en guayabo donde se observó que *B. phoenicis* colonizó las yemas por el pedúnculo alrededor de la quinta semana de crecimiento. De igual forma Haramoto (1968) en lechosa (*Carica papaya*) reportó que *B. phoenicis* usualmente se alimentó sobre el pecíolo de las hojas y pedúnculos de frutos, para posteriormente trasladarse hacia los frutos cuando la densidad de la población se incrementó.

***Brevipalpus phoenicis* en frutos y sépalos de guayabo (*Psidium guajava* L.)**

En el número promedio de ácaros a nivel de los frutos se observaron diferencias entre los tratamientos ($P < 0,05$) a partir de los 35 dpa, siendo mayor (36 ácaros) en aquellos donde no se aplicó acaricida, incluyendo el testigo como era de esperarse (Figura 2).

En la superficie abaxial de los sépalos, solo se obtuvieron diferencias estadísticas entre el número de ácaros a los 28 y 35 dpa ($P < 0,05$) (Figura 3); mientras que, en la adaxial éstas se manifestaron al inicio de los muestreos, a partir de los 14 dpa, y se

mantuvieron hasta los 35 dpa; a partir de esta etapa no se observaron diferencias (Figura 4). Un dato que merece atención fue el número de ácaros registrado a los 35 dpa en el tratamiento sin aplicación de acaricida (+A-H) a nivel de la superficie abaxial de los sépalos, donde se cuantificaron 169,33 ácaros.

Estos resultados se asemejan a los de Quirós *et al.* (2006) cuando determinaron que luego que *B. phoenicis* coloniza el pedúnculo, algunas hembras pueden quedarse en la base del fruto y otras siguen hacia los sépalos, primero en la superficie adaxial, luego a la abaxial, bajando al ápice del fruto. Este comportamiento permitió explicar en parte la ocurrencia de un mayor número de ácaros en los sépalos, ya que en estas estructuras encuentran protección contra factores controladores de la población, tales como enemigos naturales y productos químicos entre otros, aunado a que por ser tan planos se adaptan muy bien a las vellosidades presentes en las mismas. En contraposición, en el fruto las poblaciones fueron generalmente bajas, abarcando el daño todo el pericarpio en raras ocasiones (Güerere y Quirós, 2000).

A pesar de que la morfología y disposición de la estructura del fruto pueden jugar un papel importante en el incremento de las poblaciones de *B. phoenicis*, Huffaker *et al.*, (1970) citaron otros factores físicos y ambientales que pudieron actuar de

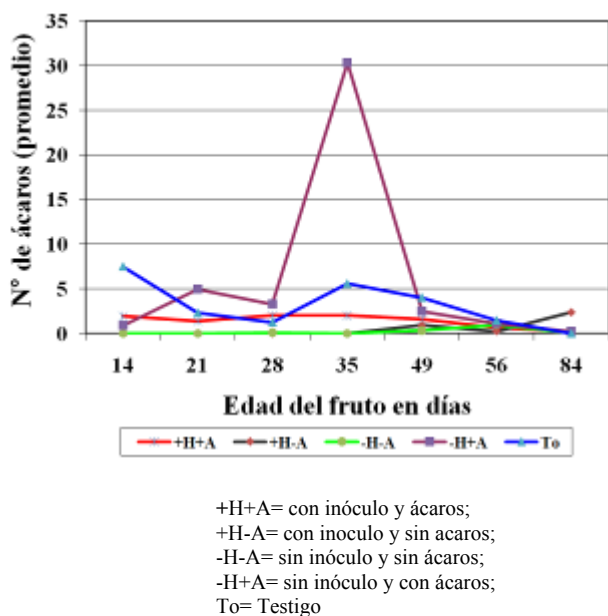


Figura 1. Fluctuación poblacional del ácaro *Brevipalpus phoenicis* en pedúnculos de frutos de guayabo (*Psidium guajava* L.) de diferentes edades y tratamientos.

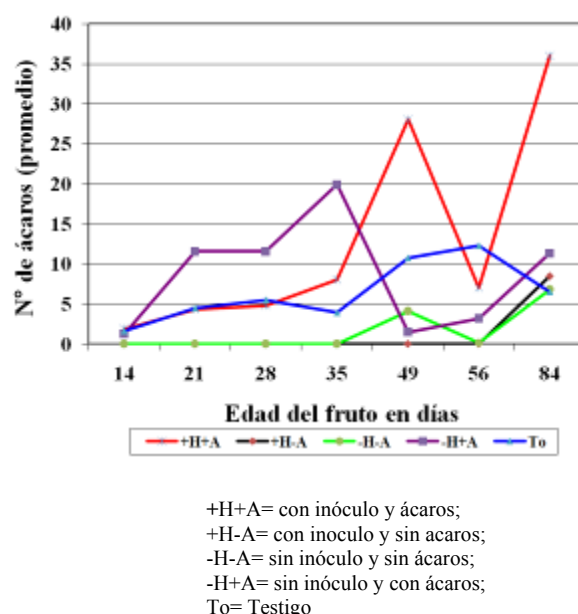
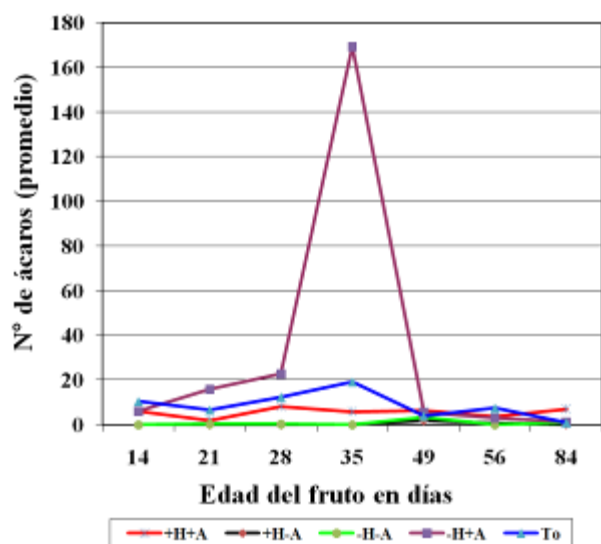


Figura 2. Fluctuación poblacional de *Brevipalpus phoenicis* en frutos de guayabo (*Psidium guajava* L.) de diferentes edades y

forma aislada o en interacción; tales como las condiciones meteorológicas, la nutrición de la planta hospedera y su relativa susceptibilidad o resistencia a los ácaros, la acción de enemigos naturales, particularmente los depredadores y las aplicaciones de acaricidas. Entre los factores mencionados, Simpson y Connell (1973) resaltaron el efecto de las precipitaciones, considerando que pueden ser un factor limitante en la dinámica poblacional de los “ácaros-araña”, a cuyo grupo pertenece *B. phoenicis*. Con relación a esto es importante recordar que el período durante el cual se llevó a cabo esta investigación comprendió desde octubre 2003 a enero 2004, correspondiendo a uno de los picos de precipitación de la zona nor-occidental del estado Zulia, lo cual pudo haber incidido en los resultados.

En todas las estructuras del fruto analizadas se mantuvo la tendencia de una mayor población del ácaro en aquellos tratamientos sin control químico, lo que denotó la eficiencia del producto utilizado en los tratamientos que ameritaron acaricida (Peropal®). Estos resultados se apoyaron en los obtenidos por Hill (1983), al determinar que especies de *Brevipalpus* a pesar que fueron resistentes a ciertos organofosforados, igualmente presentaron susceptibilidad a muchos acaricidas.



+H+A= con inóculo y ácaros;
 +H-A= con inóculo y sin ácaros;
 -H-A= sin inóculo y sin ácaros;
 -H+A= sin inóculo y con ácaros;
 To= Testigo

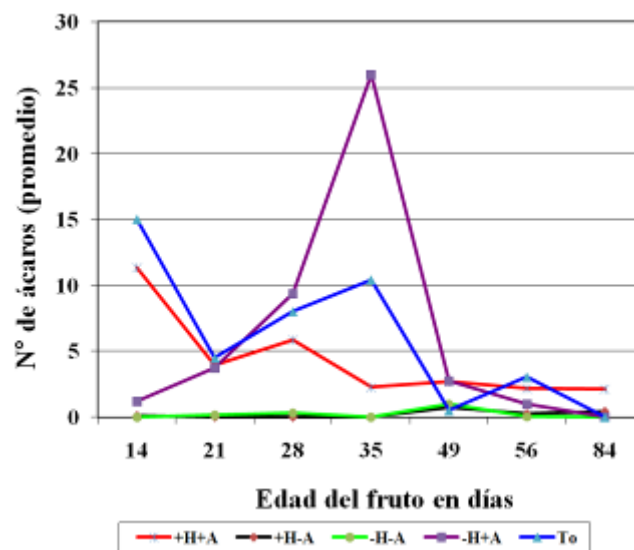
Figura 3. Fluctuación poblacional de *Brevipalpus phoenicis* en la superficie abaxial de sépalos de frutos de guayabo (*Psidium guajava* L.) de diferentes edades y tratamientos.

CONCLUSIONES

1. Bajo las condiciones de estudio la frecuencia de aparición de la pudrición apical del guayabo causada por *Dothiorella* sp. no coincidió con la de *B. phoenicis*. El hongo infectó frutos inoculados o de manera natural en ausencia del ácaro, atribuyéndoselo entre otros factores a las condiciones climáticas prevalecientes durante la realización del ensayo.
2. Las poblaciones del ácaro fluctuaron según los tratamientos que combinaban la presencia o no de *B. phoenicis* y *Dothiorella* sp., y de acuerdo a la edad del guayabo en los sépalos, pedúnculos y frutos, siendo el tratamiento donde se aplicó fungicidas en presencia de ácaros el que obtuvo la mayor población a los 35 días post antesis de edad del fruto en la superficie abaxial de los sépalos.

AGRADECIMIENTO

Al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, CONDES, y al Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología por haber financiado la investigación a través de los Programaas CC-0032-05 y G-2002000588. Al Centro Frutícola del Zulia,



+H+A= con inóculo y ácaros;
 +H-A= con inóculo y sin ácaros;
 -H-A= sin inóculo y sin ácaros;
 -H+A= sin inóculo y con ácaros;
 To= Testigo

Figura 4. Fluctuación poblacional de *Brevipalpus phoenicis* en la superficie adaxial de sépalos de frutos de guayabo (*Psidium guajava* L.) de diferentes edades y tratamientos

CORPOZULIA, Proyecto FONACIT N° F-2001001117 por permitir los muestreos y mantener la colección de guayabos de ese centro.

LITERATURA CITADA

- Back, M.; P. Jenkinson and P. Haydock. 2000. The interaction between potato cyst nematodes and *Rhizoctonia solani* diseases in potatoes. 503-600. En: Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference, Pests and Diseases. : British Crop Protection Council, 503-6.
- Bravo, V.; R. Santos, C. González, M. Marín y L. Sandoval. 1999. Influencia de diferentes medios de cultivo en el crecimiento y esporulación del hongo *Dothiorella* sp. causante de la pudrición apical de los frutos del guayabo (*Psidium guajava* L.) en el estado Zulia. En: Resúmenes del XVI Congreso Venezolano de Fitopatología. Barquisimeto, Venezuela. p. 10.
- Bravo, V. 2003. Histología de frutos de *Psidium guajava* L. inoculados con *Dothiorella* sp. Seminario de Convalidación. Universidad del Zulia, Facultad de Agronomía, División de estudios para graduados, Programa de Fruticultura. 39 p.
- Bravo, V.; D. Rodríguez, M.E. Sanabria, M. Marín-Larreal, R. Santos, E. Pérez y L. Sandoval. 2005. Momento de infección de *Dothiorella* sp. y aparición de síntomas de la pudrición apical del guayabo. Rev. Fac. Agron (LUZ). 22 (4): 365-376.
- Caraballo, B. 2001. Biología floral del guayabo (*Psidium guajava* L.) en la planicie de Maracaibo, Zulia, Venezuela. Rev. Fac. Agr. (LUZ). 18:41-55.
- Cárdenas, E. 2001. Curso de Histopatología Vegetal. Programa Fitopatología. Colegio de Postgraduados, México. (Mimeografiado). 317 pp.
- Cedeño, L.; C. Carrero y R. Santos. 1998. Podredumbre marrón en frutos del guayabo, causada por *Dothiorella* sp. fase conidial de *Botryphaeria dothidea*, en los estados Mérida y Zulia. Fitopatología Venezolana 11 (1): 16-23.
- Curtis, J. 1986. Microtecnia Vegetal. Editorial Trillas. México. 102 p.
- Egas, M. and M. Sabelis. 2001. Adaptive learning of host preference in a herbivorous arthropod. Ecol. Lett. 4 (3): 190-195.
- Evans, G.; H. Cromroy and R. Ochoa. 1998. The family Tenuipalpidae in Bermuda (Prostigmata: Acari). Florida Entomol. 81 (2): 167-170.
- French, E. y T. Hebert. 1980. Métodos de investigación fitopatológica. Serie Libros y Materiales educativos. Editorial IICA. San José, Costa Rica. 289 p.
- Gamliel-Atinsky E.; M. Maymon, S. Freeman, E. Belausov, E. Palevsky and A. Sztejnberg. 2006. Dissemination of *Fusarium mangiferae*, the causal agent of mango malformation disease, by the mango bud mite, *Aceria mangiferae*. Ed. Jan Bruin. Abstract Book. 12th International Congress of Acarology. Amsterdam. The Netherlands. p. 59
- Güerere, P. y M. Quirós. 2000. Escalas cualitativas del daño hecho por el ácaro plano, *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Tenuipalpidae), a frutos del guayabo (*Psidium guajava* L.). Rev. Fac. Agron. (LUZ). 17: 471-481.
- Haramoto, F. H. 1968. Biology and Control of *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acarina: Tenuipalpidae). Hawaii Agric. Exp. Sta. Tech. Bull. No. 68:1-63.
- Hill, D. S. 1983. *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes). En: Agricultural Insect Pests of the Tropics and Their Control, 2nd Edition. Cambridge University Press. 746 p.
- Huffaker, C.; M. Van de Vrie and J. McMurtry. 1970. Tetranychid populations and their possible control by predators: An evaluation. Hilgardia 40 (11): 391-458.
- Laguado, N. 2000. Variación de las características físico-químicas de frutos del guayabo (*Psidium guajava* L.) del tipo criolla roja en diferentes estados del desarrollo del fruto. La Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. División de estudios para graduados. Programa Fruticultura. Trabajo de grado. Maracaibo, Venezuela. 67 pp. Mimeografiado.

- Marín M.; A. Abreu, L. Sosa y C. Castro. 1993. Variación de las características químicas de frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.) en una plantación comercial del municipio Mara del estado Zulia. . Rev. Fac. Agron. (LUZ). 10:297-310.
- Pérez, E. 1998. Aspectos epifitológicos de la pudrición apical de la guayaba (*Psidium guajava* L.). Universidad del Zulia, Facultad de Agronomía. División de Estudios para Graduados, Programa Fruticultura. Trabajo de Grado. Maracaibo, Venezuela. 63 pp. Mimeografiado.
- Programa MALUZ. Museo de Artropodos de LUZ. 2005. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico CONDES-LUZ., registrado con el número CC0032-05. Proyecto 1. p. 16-20.
- Quirós, M. y Z. Viloría. 1991. Importancia del ácaro plano *Brevipalpus phoenicis*, (Geijskes), Acari: Tenuipalpidae en huertos de guayabo, *Psidium guajava* L., en el Estado Zulia. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 8(4):155-192.
- Quirós, M.; N. Poleo y Y. Petit. 2002. Evolución del daño en el ápice del fruto de guayaba *Psidium guajava* L., causado por *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae). Entomotrópica 17 (1): 91-96.
- Quirós, M.; D. Araujo, L. Urdaneta, N. Poleo and C. Colmenares. 2006. *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Prostigmata: Tenuipalpidae) as disseminator of phytopathogenic fungi on guava, *Psidium guajava* L. under lab conditions. XII th International Congress of Acarology. Amsterdam, The Netherlands. Jan Bruin (Eds.). 164 p.
- Roth, I. 1964. Microtecnia Vegetal. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Caracas. pp. 89.
- SAS, Institute. INC. 2005. SAS (Statistical Analysis System) the Institute INC, Cary, NC. USA. Versión 9.1.3.
- Simpson, K. y W. Connell. 1973. Mites on soybeans: Moisture and temperature relations. Environ. Entomol. 2 (3): 319-323.
- S'Jacob, J. and J. Van Bezooijen. 1971. A manual for tropical work in nematology. Agricultural University. Wageningen, The Netherlands p. 10-15.
- Youssef, S., M. Maymon, A. Zveibil, D. Klein-Gueta, A. Szejnberg, A. Shalaby and S. Freeman. 2007. Epidemiological aspects of mango malformation disease caused by *Fusarium mangiferae* and source of infection in seedlings cultivated in orchards in Egypt. Plant Pathology 56 (2): 257-263.