

LA MOSCA BLANCA (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) Y EL “BLANQUEAMIENTO” DEL CULTIVO DE CHAYOTE (*Sechium edule*)

Ruth León González¹

Resumen

La mosca blanca (Hemiptera: Aleyrodidae) y el “blanqueamiento” del cultivo de chayote (*Sechium edule*). El estudio se realizó durante los meses de febrero y mayo del año 2009 en la localidad de Ujarrás, Paraíso de Cartago, Costa Rica, a una altura de 900 msnm con una temperatura promedio de 25 °C, y una precipitación promedio de 3500 mm. El objetivo de este estudio fue valorar si la presencia de la mosca blanca se relaciona con el blanqueamiento del cultivo de chayote e identificar la (s) especie (s) relacionadas. Para tal efecto se construyeron ocho jaulas con dimensiones 2,0 m de alto y 0,70 m de ancho, en las cuales, se colocó una maceta con una semilla del cultivo de chayote (sin brotar). En cuatro de las jaulas se introdujeron adultos de mosca blanca y las otras se mantuvieron aisladas del insecto. Durante el período de estudio se realizó un total de seis evaluaciones para contar el número total de peciolos de color verde y los que presentaban blanqueamiento. Se empleó un análisis de covarianza, donde la covariable fue el número total de peciolos. Además, se analizó la relación entre el número de adultos de mosca blanca introducidos en las jaulas y la cantidad de peciolos descoloridos, con base a la prueba de correlación de Pearson. Las plantas con presencia de mosca blanca presentaron un 49,79% de peciolos blancos. En las plantas sin la presencia del insecto los peciolos se mantuvieron verdes en un 100%. La mosca blanca relacionada con está decoloración es la especie *Bemisia tabaci* biotipo B. Observaciones realizadas indican que factores tales como: la nutrición inadecuada, disminución del riego y temperaturas altas predisponen a las plantas de chayote a un aumento en la incidencia del blanqueamiento. No obstante, la presencia del insecto es indispensable para que el síntoma se manifieste.

Palabras claves: *Bemisia tabaci* biotipo B, peciolos verdes, peciolos blancos.

INTRODUCCIÓN

En la provincia de Cartago se produce el cultivo de chayote de la variedad Quelite y el 92% de las plantaciones comerciales se localizan en un radio de 15 km al este del cantón de Paraíso, principalmente en Ujarrás, Ajénjal, Santiago, El Yas, Río Regado, Piedra Azul y La Flor, (Jiménez 1991). A partir de 1998 algunos agricultores de Cervantes incursionaron con pequeñas áreas de este cultivo y actualmente es predominante en la parte baja de Cervantes. En el año 2009 se alcanzó un rendimiento de 60 000 kg/ha/año. Los frutos de esta hortaliza son de consumo nacional y también se exportan principalmente a los Estados Unidos y algunos países Europeos.

En Costa Rica el cultivo de chayote enfrenta problemas de diversa índole, entre ellos los

que se generan por la presencia de plagas en la zona productoras. Los principales insectos y ácaros, relacionados con el cultivo son: los ácaros (*Paraponychus corderoi*, *Tetranychus urticae*, *Tarsonemus* sp.); el Trips (*Frankliniella williamsi*, *Leucothrips* sp.), la cochinilla harinosa (*Pseudococcus* sp.) y el lepidóptero (*Diaphania nitidalis*). También se han encontrado ocasionalmente altas poblaciones de colémbolas (*Salina bidentata* y *Orchesella* sp.) en las hojas bajas y la tijerilla (*Metresura flavipes*) que origina el daño al fruto en sus etapas iniciales de crecimiento, causando el daño llamado “Mal de Noriega” (León 1997 y 2010). Por lo general, en las hojas secas se encuentran estados larvales de *Elaphria* sp, las cuales, no generan daño al cultivo, no obstante, se ha determinado que bajo las condiciones de las zonas productoras de Costa Rica esta especie origina problemas de

¹ Instituto de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, INTA. Costa Rica. rleon@inta.go.cr

alergia a los trabajadores, aspecto que obliga a que se realicen numerosas aplicaciones de agroquímicos para su manejo.

Otro problema que enfrenta la producción de chayote es la presencia del fitoplasma llamado comúnmente “sobrebrotación o bejuquillo” el cual pertenece al subgrupo 16 Srl-B del grupo “Asrter Yellows”, se multiplica en el sistema vascular (floema) de las plantas que infectan. La transmisión de plantas enfermas a sanas ocurre principalmente mediante insectos conocidos como chicharritas (Homoptera) de los cuales dos especies de los géneros *Empoasca* y *Gyponana* resultaron positivos para el fitoplasma (Villalobos *et al.* 2002).

La mayor dificultad que enfrentan los productores de esta hortaliza en Costa Rica es conocido como “blanqueamiento” del chayote, el cual, está presente en toda la zona productora y que origina casi el 100% de las pérdidas de producción en los sitios donde se presenta, debido a que los frutos afectados no tienen mercado local y no pueden exportarse por su aspecto “blanqueado”. Originalmente se asoció este trastorno a problemas nutricionales, fitotoxicidad, segregaciones genéticas, fitoplasmas, entre otros (León 2002). Especialistas en el campo agrícola de diferentes instituciones (UNA, UCR, Instituto Tecnológico, EARTH e INTA) han visitado y tomado muestras de tejido vegetal y frutos con este trastorno a fin de poder definir el agente causal del problema. En el año 2001, se recolectaron muestras de brotes, peciolos, y frutos, con el síntoma de blanqueamiento. Las muestras fueron recolectadas en varias zonas productoras de chayote y llevadas a la Unidad de Microscopía Electrónica (UME) de la Universidad de Costa Rica con el fin de determinar una posible partícula viral, como responsable del blanqueamiento, no obstante, los resultados fueron negativos y no se logró determinar la relación de un agente viral como responsable del problema. Durante el mes de mayo del mismo año, en la Universidad

Nacional de Costa Rica se realizó un análisis mediante la prueba de ELISA para el virus del mosaico del chayote (Ch.M.V.) con resultados también negativos. Estudios realizados por el Centro de Investigación de la Universidad de Costa Rica mediante el uso de la Técnica de PCR Anidado indican que inicialmente muestras con síntomas de blanqueamiento fueron positivas para fitoplasmas. Sin embargo, posteriores muestreos no mantuvieron esta relación, aspecto que no permite mantener dicha tesis sobre la etiología del blanqueamiento (Villalobos 2009)². Otras evaluaciones realizadas mediante la técnica de ELISA descartaron la relación de la bacteria *Xylella fastidiosa*, y de los virus Tomato spotted virus (TSWV), Tobacco mosaic virus (TMV), Cucumbre mosaic virus (CMV) y Potyvirus (Villalobos 2011)³. Por lo tanto, hasta la fecha no se tiene clara la etiología del blanqueamiento en el cultivo de chayote.

Durante las diferentes etapas de desarrollo del cultivo se ha observado la presencia de mosca blanca (Hemiptera: Aleyrodidae), principalmente en los estados iniciales (fase vegetativa) donde también se presentan los síntomas del blanqueamiento, de ahí que el objetivo de la presente investigación fue valorar la relación de la mosca blanca con el blanqueamiento en el cultivo chayote.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo, durante los meses secos de enero a mayo, en una finca productora de chayote ubicada en Ujarrás de Paraíso de Cartago, Costa Rica a una altitud de 900 msnm. La zona presenta una temperatura promedio anual de 25 °C, con una máxima de 28 °C y una mínima de 17 °C y una precipitación promedio de 3000 mm al año. La zona de vida, según Holdridge, responde a Bosque Húmedo Premontano.

² Villalobos, W. 2009. Etiología del blanqueamiento. Centro de Biología Molecular y Celular. Universidad de Costa Rica. Comunicación personal.

³ Villalobos, W. 2011. Etiología del blanqueamiento. Centro de Biología Molecular y Celular. Universidad de Costa Rica. Comunicación personal.

Los tratamientos evaluados para determinar la relación existente entre la mosca blanca y el blanqueamiento fueron los siguientes: plantas libres de mosca blanca y plantas en contacto con el insecto. Para ello, se adecuaron jaulas de 2 m de altura por 0,70 m de ancho, construidas de madera y con malla antiáfidos para evitar la entrada de la mosca blanca y otros insectos. Se utilizaron cuatro jaulas por tratamiento, que constituyeron las repeticiones. En cada una de las jaulas se colocó una semilla del chayote (sin brotar) en macetas de 28 cm diámetro y 25 cm de alto. Tanto el suelo, como las semillas utilizadas en el experimento mantuvieron la misma procedencia.

Para los tratamientos que incluían la presencia de la mosca blanca, semanalmente y por un período de seis meses, se ingresaron en promedio 15 moscas adultas, las cuales se

recolectaron de plantas de chayote ubicadas en el vivero. Con el fin de cuantificar en el tiempo el incremento de la población dentro de las cajas, se realizó el conteo de estados ninfales y de adultos en cada una de las trampas.

Periódicamente se determinó la presencia de síntomas (incidencia) del blanqueamiento mediante el conteo de pecíolos sanos y enfermos. Para obtener el grado del blanqueamiento (severidad) se empleó una escala arbitraria de cuatro categorías (Cuadro 1), con observaciones realizadas cada ocho días durante seis meses. Las evaluaciones se realizaron en general en toda la planta y principalmente en los pecíolos. También se estimó el grado de correlación entre los días de ingreso de las moscas a las jaulas y el porcentaje de blanqueamiento.

Cuadro 1. Escala para determinar el grado de blanqueamiento en plantas de chayote. Ujarrás, Paraíso, Cartago, CR. 2009.

Escala	Descripción de la escala	% blanqueamiento
0	Sin síntomas de blanqueamiento	0
1	Leve	33%
2	Moderado	66%
3	Fuerte	100%

Para identificar la especie y el biotipo de mosca blanca, recolectadas en la zona de estudio, se enviaron muestras de diferentes estados del insecto al Laboratorio de Entomología del Servicio Fitosanitario del Estado para su análisis mediante la técnica de PCR. Además se enviaron ninfas al Dr. Gregory Evans del USDA/APHIS/PPQ c/o Systematic Entomology Laboratory USDA/ARS/ BARC-West, Building 005, Rm 09^a 10300 Baltimore Avenue Beltsville, MD 20705.

Para probar la hipótesis de que la mosca blanca interviene en el blanqueamiento de los chayotes se utilizó un diseño experimental irrestricto, con cuatro repeticiones y 12 evaluaciones en el tiempo, de acuerdo al modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + M_j + T_i M_j + E_{ijkl} + Co$$

donde:

Y_{ijk} = Variable de respuesta % de daño

μ = efecto de la media población

T_i = efecto del i-esimo tratamiento

M_j = efecto del j-esimo monitoreo o muestreo

$T_i M_j$ = efecto interacción muestreo*tratamiento

E_{ijkl} = Error experimental

Co = Covariable

Las medias del porcentaje de incidencia del blanqueamiento se compararon utilizando la prueba de Duncan al 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

IDENTIFICACION DE LA ESPECIE DE MOSCA BLANCA

Las ninfas de mosca blanca obtenidas en viveros de chayote en la zona de Ujarrás, fueron identificados como *Bemisia tabaci*, por el especialista Gregory Evans 2010⁴. Mediante técnicas moleculares fue identificada como *Bemisia tabaci*, biotipo B por el Laboratorio de Biología Molecular del Servicio Fitosanitario del Estado del Ministerio de Agricultura y Ganadería⁵.

Existe una fuerte relación de alimentación de la plaga *B. tabaci* con el cultivo de chayote, inducidas probablemente por la gran densidad o disponibilidad de fuente alimenticia que genera el cultivo del chayote (*Sechium edule*).

Pero en pocas ocasiones la mosca blanca oviposita en el cultivo del chayote, esto hace que las poblaciones sean heterogéneas e inestables. Por otro lado, el empleo intensivo de insecticidas (imidacloprid, thiametoxan, buprofesin, piretrinas, entre otros) incrementa la presión selectiva y pueden producir el surgimiento de altas poblaciones de mosca blanca, que difieren parcialmente de las generaciones previas (Gerling 2002).

EFFECTO DE LA PRESENCIA DE LA MOSCA BLANCA EN EL BLANQUEAMIENTO DEL CULTIVO

El análisis estadístico de la incidencia del blanqueamiento permitió diferencias significativas ($P = 0,06$) entre los tratamientos. Las plantas expuestas a la presencia de mosca blanca presentaron un 49,79% de blanqueamiento, mientras que las plantas libres del insecto se mantuvieron verdes en el 100% de los casos. Estos resultados demuestran una acción importante del insecto sobre la incidencia del blanqueamiento del chayote, ya sea como transmisor del agente causal o como responsable directo del problema al introducir sustancias tóxicas a la planta, donde las venas se aclaran como se aprecia en las Figuras 1 y 2. Al respecto Sánchez (2008)⁶, indica “*se puede pensar que la “saliva” se desplaza por el sistema vascular, pero el síntoma no se produce en todas las partes de la planta, sino sólo en algunas áreas de la planta, sintomatología similar a la producida por algunas bacterias que se ubican en el xilema como Xylella o un fitoplasma que se ubica en el floema*” pero los análisis realizados en el Centro de Biología Molecular y Celular de la Universidad de Costa Rica resultaron también negativos para estos patógenos.

4 SEL (Systematic Entomology Laboratory). 2010. Identificación de mosca blanca. Correo electrónico: Gregory.A.Evans@aphis.usda.gov. Tél.: (301)504-5894. USDA/APHIS/PPQ. Baltimore, Beltsville. Comunicación personal.

5 MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, CR.) 2010. Identificación de mosca blanca. SFE. Laboratorio Biología Molecular, Diagnóstico Reacción en cadena de la polimerasa (PCR). Reporte de laboratorio de Entomología N° 0111/10. Costa Rica.

6 Sánchez, E. 2008. Diagnostico de partículas virales en partes de la planta y frutos con blanqueamiento. Correo electrónico: muriseco@yahoo.com. Tél.: 2511-3207. CIEMic (Centro de Investigación en Estructuras Microscópicas). Universidad de Costa Rica. Comunicación personal.



Figura 1. Hoja de chayote (*Sechium edule*) con peciolo y nervaduras blancas y lámina foliar verde luego de la exposición a la mosca blanca. CR. 2009.

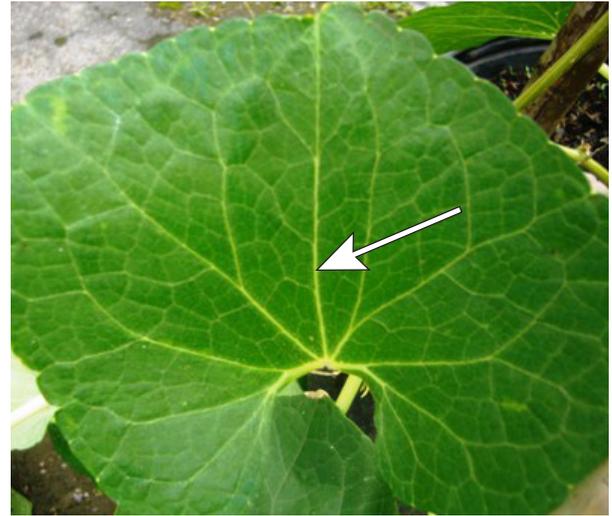


Figura 2. Hoja de chayote (*Sechium edule*) con nervaduras blancas y lámina foliar verde. Luego de la exposición a la mosca blanca. CR. 2009.

Las poblaciones de mosca blanca encontradas en los diferentes estados fenológicos de la planta son constantes en las zonas productoras de Paraíso. Para su alimentación absorbe la savia de las hojas, y a la vez, inyectan saliva con toxinas que podrían generar distintas alteraciones en la planta como la decoloración en la planta y los frutos. Investigaciones en otros cultivos como zucchini y tomate realizadas por Perring y Chandler (1996), asocian estos síntomas a sustancias toxicogénicas presentes en la saliva de las mosca y a la interrelación con el hospedero.

El valor de $R^2 = 0,96$ de Pearson indica que para la variable días después de ingresadas las moscas blancas adultas y el porcentaje de blanqueamiento presentó una correlación positiva entre ambas variables ($P = 0,0354$). Razón por la cual, se refuerza la tesis de que existe un efecto importante entre la presencia del blanqueamiento y las poblaciones de mosca blanca que se observan en las plantaciones de chayote. El análisis de correlación hizo evidente que la decoloración del cultivo se expresó luego de exponer las plantas a la mosca blanca y el porcentaje de blanqueamiento aumentó con el desarrollo oliar. Es importante recalcar que los

tratamientos donde no se incluyó el insecto no evidenciaron síntomas de blanqueamiento.

El daño que causa el “blanqueamiento” en los tallos, hojas, zarcillos y frutos es muy característico, ya que el color natural de la variedad (verde) se convierte a blanco crema. Este se presentó a cualquier edad de la planta, pero aumentó con la edad por el desarrollo mismo de la planta. El tamaño y forma de los frutos no se vio afectado. Los peciolo y nervaduras de las hojas se decoloran en determinado momento, sin revertirse el proceso. Esta reacción se incrementa aún más cuando por alguna razón existe un efecto de estrés en la planta ya que según los datos obtenidos por León y Vargas, durante los años 2008 y 2009, establecen que factores tales como: la nutrición inadecuada, disminución del riego y temperaturas altas predisponen a las plantas de chayote a un aumento en la incidencia del blanqueamiento.

MANIFESTACIÓN DE SÍNTOMAS DEL BLANQUEAMIENTO

La primera manifestación de blanqueamiento se observó a los 15 días de la introducción de

las moscas blancas, con una decoloración en los peciolos, tallos y zarcillos, que aumentó en todas las plantas infestadas, mientras que la lamina foliar no mostró decoloración (Figura 3). A los 71 días después de iniciado el experimento, de las cuatro plantas infestadas con el insecto, una se observó verde, dos plantas presentaron un 33% de blanqueamiento y una planta con un 90% de blanqueamiento. A los 91 días todas las plantas estaban con algún grado de blanqueamiento.



Figura 3. Brotes, peciolos, nervadura y guías de chayote (*Sechium edule*) con síntomas de blanqueamiento, luego de la exposición a la mosca blanca. CR. 2009.

La no significancia de la interacción tiempo de muestreo*tratamiento señala que el blanqueamiento de los tallos puede ocurrir en cualquier momento del ciclo del cultivo siempre que las plantas estén o hayan sido expuestas a la mosca que se presume causante de este mal.

El efecto directo del blanqueamiento se da sobre la comercialización de los chayotes y no sobre el rendimiento del cultivo, debido probablemente a que los tejidos de la planta no pierden sus cloroplastos, al no alterarse la función y el área fotosintética, y es por esto, que no tendría porque disminuir la producción de frutos. Sin embargo, las especificaciones para exportar castigan severamente los frutos

decolorados como los que muestra la Figura 4, de ahí la importancia de poder manejar este problema.



Figura 4. Peciolos, guías y fruto de chayote (*Sechium edule*) decolorados luego de la exposición a la mosca blanca. CR. 2009.

CONCLUSIÓN

Por los resultados evidenciados en la presente investigación se concluye que la mosca blanca *Bemisia tabaci*/biotipo B participa en el proceso del blanqueamiento del cultivo de chayote.

AGRADECIMIENTOS

A la Cámara de Productores de Chayote. A la Empresa *ByC*, por el cultivo y la mano de obra, para realizar los ensayos de campo. Al Fitopatólogo MSc. Luis Vargas C. por sus aportes. A Jorge Moya de la empresa *ByC* por su colaboración en las labores de siembra del ensayo. A Erick Delgado asistente del Laboratorio de Fitoprotección por darle mantenimiento a las plantas y jaulas.

LITERATURA CONSULTADA

Gerling, D. 2002. Una reinterpretación sobre las moscas blancas. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No. 63 p. 13 - 21. (en línea) Consultado 12 de set. 2010. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A2096E/A2096E.PDF>.

Jiménez, R. 1991. Estudio diagnóstico del mercado internacional del chayote (*Sechium edule*) con énfasis en el mercado Norteamericano. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 582 p.

León, R. 1997. Diagnostico de artrópodos y su manejo en cultivos agrícolas de Costa Rica. Archivos Técnicos del INTA-Costa Rica. Código: BR04EE802-4-96. Sin publicar.

León, R. 2002. Diagnóstico de plagas del sector chayotero y una propuesta para dar soluciones de manejo. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección de Investigaciones Agropecuarias. San José. Costa Rica. Archivos Técnicos del INTA-Costa Rica. 12 p. Sin publicar.

León, R. 2010. Diagnostico de artrópodos y su manejo en cultivos agrícolas de Costa Rica. Archivos Técnicos del INTA-Costa Rica. Código: BR04EE802-4-01. Sin publicar.

Perring, T; Chandler, L. 1996. Whiteflies. En Compendium of Cucurbit Diseases. American Phytopathology Society. 70 p.

Villalobos, W.; Moreira, L.; Rivera, C. 2002. First Report of and Yellowings Subgroup 16 SrL-B Phytoplasma Infecting Chayote in Costa Rica. Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular, Universidad de Costa Rica. Plant Disease. 86:330.

