

UCUENCA

Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Carrera de Ingeniería Agronómica

Estudio exploratorio para identificar él o los agentes causantes de la mancha blanca en frutos de *Solanum betaceum* en la granja El Romeral en el cantón Guachapala

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo

Autor:

José Alfredo Pesántez Vintimilla

Director:

Walter Iván Larriva Coronel

ORCID:  0000-0002-9292-1119

Cuenca, Ecuador

2024-08-06

Resumen

El tomate de árbol *Solanum betaceum* es un cultivo de importancia económica en la provincia del Azuay, por lo que, la presencia de manchas blancas en frutos inmaduros es un problema recurrente, que afecta la calidad de la fruta con manchas y decoloración y a su vez impacta en la economía de los agricultores. El presente estudio se desarrolló en el cantón Guachapala durante el período de octubre-2023 a febrero-2024. Se realizaron observaciones visuales de los frutos afectados, se recolectaron muestras de tejido vegetal y se analizaron en el laboratorio mediante técnicas de microscopía, con las que se pudo identificar levaduras. Se infestó frutos de *S. betaceum* con chinches *Leptoglossus zonatus* y áfidos *Myzus persicae*, dando como resultado la aparición de halos de color blanco alrededor de la zona de ataque de *L. zonatus*, pero sin dispersarse por la superficie, además de generar tejido corchoso debajo de la zona de ataque, esta mancha blanca ocasionada por la acción alimenticia del insecto en mención fue diferente en cuanto a forma y distribución de la mancha en el fruto, daño que se pudo apreciar en los lotes productivos de la granja El Romeral y de los productores locales. A nivel microscópico el tejido presenta diferencias, principalmente la generación de corcho que es apreciable en la zona de ataque de *L. zonatus*, mientras que los frutos que presentan mancha blanca no exhiben tejido muerto, sino más bien tejido que carece de clorofila. *Myzus persicae* no generó daños en los frutos aislados.

Palabras clave del autor: mancha blanca, *solanum betaceum*, *leptoglossus zonatus*, levaduras



El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Cuenca ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por la propiedad intelectual y los derechos de autor.

Repositorio Institucional: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Abstract

Solanum betaceum, better known as tree tomato, is an economically important crop in the province of Azuay, Ecuador. However, the presence of spotted immature fruit is a common problem, resulting in blemished and discolored harvest fruit, affecting the farmers' economy. The present study was conducted in Guachapala Canton during the period from October 2023 to February 2024. We performed visual analysis of spotted fruit and took vegetal tissue samples, which were analyzed using microscope techniques, revealing typical fruit yeasts. The aim of the study was to investigate infestations of leaf-footed bugs (*Leptoglossus zonatus*) and green peach aphids (*Myzus persicae*) in *S. betaceum* fruit, resulting in the appearance of white necrotic lesions around the area attacked by *L. zonatus*. However, these lesions are symmetrical and do not disperse along the fruit. Furthermore, they produce corky tissue beneath the punctures caused by the feeding of the insect in question. This blemish differs in shape and distribution in the fruit compared to the blemish observed in Guachapala crops. Microscopic analysis of the tissue showed a difference between the tissue of fruit attacked by *L. zonatus*, which produced corky tissue, while fruit with white blemishes did not show corky tissue, only chlorotic but not dead tissue. The green peach aphid *M. persicae* does not cause damage to isolated *S. betaceum* fruit.

Author Keywords: *white spot, solanum betaceum, leptoglossus zonatus, yeasts*



The content of this work corresponds to the right of expression of the authors and does not compromise the institutional thinking of the University of Cuenca, nor does it release its responsibility before third parties. The authors assume responsibility for the intellectual property and copyrights.

Institutional Repository: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Índice de contenido

Capítulo I: Introducción	11
Capítulo II: Objetivo.....	12
2.1 General.....	12
2.2. Específicos.....	12
Capítulo III: Revisión bibliográfica.....	13
3.1 Cultivo de <i>Solanum betaceum</i>	13
3.2 Condiciones ambientales.....	14
3.3 Principales problemas fitosanitarios.....	14
3.4 Pérdidas económicas causadas por alteraciones en frutos	19
Capítulo IV: Materiales y métodos.....	20
4.1 Materiales.....	20
4.2 Área de estudio.....	21
4.2.1 Metodología.....	22
Capítulo V: Resultados.....	25
Capítulo VI: Discusión.....	40
Capítulo VII: Conclusión.....	44
Capítulo VIII: Recomendaciones.....	44
Referencias.....	45
Anexos.....	53

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Zona de estudio. Lotes productivos de <i>S. betaceum</i> , Granja El Romeral Universidad de Cuenca – Cantón Guachapala, Provincial del Azuay.....	21
Ilustración 2: Zona de estudio. Huertos locales productivos de <i>S. betaceum</i> – Cantón Guachapala, Provincial del Azuay.....	22
Ilustración 3: Evolución de la mancha blanca en el fruto de <i>S. betaceum</i>	27
Ilustración 4: Daños asociados a la mancha blanca.....	29
Ilustración 5: Diferentes tipos de mancha blanca.....	30
Ilustración 6: Daños causados por <i>Leptoglossus zonatus</i> en los lotes de la Granja El Romeral.....	31
Ilustración 7: Evolución semanal de daños ocasionados por el ataque del chinche <i>L. zonatus</i> en frutos aislados de <i>S. betaceum</i>	32
Ilustración 8: Daños ocasionados por el chinche <i>L. zonatus</i> en frutos aislados de <i>S. betaceum</i>	32
Ilustración 9: Daños ocasionados por el chinche <i>L. zonatus</i> en frutos aislados de <i>S. betaceum</i>	33
Ilustración 10: Vista microscópica de frutos con mancha blanca.....	34
Ilustración 11: Vista microscópica de frutos aislados atacados por chinche <i>L. zonatus</i> ...34	
Ilustración 12: Colonias en agar PDA y vista microscópica. Método tinción de Gram.....	35
Ilustración 13: Colonias en agar PDA y vista microscópica. Método tinción de Gram.....	36
Ilustración 14: Comparación de colonias y vista microscópica para la identificación de levaduras.....	36
Ilustración 15: Comparación de colonias y vista microscópica para la identificación de levaduras.....	37
Ilustración 16: Comparación de colonias y vista microscópica para la identificación de levaduras.....	37
Ilustración 17: Comparación de colonias y vista microscópica para la identificación de levaduras.....	38
Ilustración 18: Comparación de colonias y vista microscópica para la identificación de levaduras.....	38

Ilustración 19: Comparación de colonias y vista microscópica para la identificación de levaduras.....39

Ilustración 20: Comparación de colonias y vista microscópica para la identificación de levaduras.....39

Índice de figuras

Figura 1: Frecuencia y porcentaje de daños descritos en frutos de <i>S. betaceum</i> de la granja El Romeral.....	29
Figura 2: Frecuencia y porcentaje de daños descritos en frutos de <i>S. betaceum</i> en los lotes productivos de agricultores locales.....	30
Figura 3: Evolución semanal de los daños ocasionados por el chinche <i>L. zonatus</i> en frutos aislados de <i>S. betaceum</i>	31

Índice de tablas

Tabla 1: Materiales utilizados en este estudio.....	20
Tabla 2: Escala BBCH para Solanáceas (Meier et al., 2009).....	23
Tabla 3: Escala fenológica propuesta para el desarrollo del fruto de <i>Solanum betaceum</i>	25
Tabla 4: Descripción de daños encontrados en los frutos de <i>S. betaceum</i> en los lotes productivos de la Granja El Romeral y en lotes de agricultores locales del Cantón Guachapala.....	28
Tabla 5: Evolución semanal de los daños ocasionados por el chinche <i>L. zonatus</i> en frutos aislados de <i>S. betaceum</i>	31

Índice de anexos

Anexo A: Formula n utilizada para este estudio.....	53
Anexo B: Figuras de daños descritos en frutos con mancha blanca y frutos aislados de <i>S. betaceum</i> de la Granja El Romeral lote antiguo.....	53
Anexo C: Figuras de daños descritos en frutos con mancha blanca y frutos aislados de <i>S. betaceum</i> de la Granja El Romeral lote nuevo.....	54
Anexo D: Figuras de daños descritos en frutos de <i>S. betaceum</i> con mancha en los huertos de los productores locales, cantón Guachapala.....	54
Anexo E: Figuras de daños descritos en frutos de <i>S. betaceum</i> con, sin y que pueden presentar mancha blanca en los huertos de los productores locales, cantón Guachapala.....	55
Anexo F: Figuras de daños descritos en frutos de <i>S. betaceum</i> con, sin y que pueden presentar mancha blanca en los huertos de los productores locales, cantón Guachapala.....	55
Anexo G: Figuras de daños descritos en frutos de <i>S. betaceum</i> con, sin y que pueden presentar mancha blanca en los huertos de los productores locales, cantón Guachapala.....	56

Agradecimiento y dedicatoria

Quiero agradecer a Dios por sobre todas las cosas y este momento; dedico este trabajo a mi madre María Ximena, a Papá Hugo y Mamá Bertha, mis abuelos, a mi querida prima Mayu y mis primos Calo, Sebastián, Manuel e Ismael, mis tíos Toti, Martha, Fernando, Dora y Ana Lucia, a mis panas los japis y todas las personas que me apoyaron en esta etapa de la vida; a cada uno de los docentes que impartieron sus conocimientos y compartimos gratos momentos dentro y fuera de las aulas, en especial a mi tutor Ing. Walter Larriva, apreciados revisores Ing. Segundo Maita e Ing. Pedro Zea, quienes con su sensatez guiaron a este servidor para concretar el presente estudio, a la Ing. Adriana Tenezaca, Ing. Mélida Rocano y Dra. Andrea Vintimilla por brindarme su apoyo en la fase de laboratorio.

También, agradezco al personal de la granja El Romeral; conjuntamente a Doña María Tigre y Don Ángel Procel, productores del cantón Guachapala por su amabilidad y gentileza de permitir llevar a cabo parte del estudio en sus áreas productivas.

Capítulo I: Introducción

El tomate de árbol *Solanum betaceum* es un frutal andino que se encuentra distribuido por la región, Colombia y Ecuador son los principales productores (Ávila 2022; Calvo, 2009). La provincia del Azuay representa el 14.1% de la producción de *Solanum betaceum* a nivel nacional (Galarza & Fernández, 2010; Jara, 2010), de la cual los principales cantones productores son: Paute, Guachapala, El Pan y Gualaceo (Maita, 2011). Según el Ministerio de Agricultura de Ecuador [MAG] las perspectivas del mercado son alentadoras, debido al aumento del consumo de 25 toneladas para el año 2016 y para el 2017 un aumento del 70% de 4500 ha a 7600 ha cultivadas (Alvarez, 2022). En 2019, se calculaban 39725 t/año producidas de *S. betaceum*, de las cuales alrededor de 30500 t eran aprovechadas por la agroindustria y apenas cerca de 8600 t son comercializadas a nivel nacional (Alvarez, 2022; Moreno et al., 2020), Sin embargo, en 2022 se reportó una pérdida en la superficie cultivada de 66 hectáreas (MAG, 2023).

El valor estimado promedio del productor es de \$0.85/kg y una fruta dañada reduce su valor final entre un 5% y 7%, lo que genera pérdidas económicas para el productor (Moreno et al., 2020). La presencia de plagas de insectos, principalmente *Leptoglossus zonatus* que causa daños a los frutos en diferentes estados fenológicos es una seria limitante. Estos daños ocasionan pérdidas en el rendimiento debido al daño del fruto, ya que en la parte externa del mismo se producen manchas verdes y oscuras, deteriorando la calidad de la fruta para la venta; el grado de daño causado por el macho y la hembra no varía significativamente, a diferencia del daño causado por adultos y ninfas (Barreto, 2022). Mientras que un estudio realizado en Nueva Zelanda encontró que los daños realizados por áfidos, generalmente el pulgón verde del durazno *Myzus persicae* y mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* se presentan como cicatrices en los frutos ocasionando con aquello un mal aspecto del producto comercial (Rheinländer et al., 2009). Al mismo tiempo, estudios demuestran que los factores ambientales como el viento y la lluvia pueden generar daños a los frutos de *S. betaceum* al ser diseminadores de enfermedades como la antracnosis que produce lesiones en la epidermis, los frutos muestran pequeñas lesiones de apariencia aceitosa que se van convirtiendo a pardas o negras (Peres et al., 2005). Las quemaduras causadas por la radiación solar y las altas temperaturas afectan principalmente a los frutos debido a su baja tasa de transpiración, los síntomas pueden comenzar con áreas localizadas blanqueadas debido a la degradación de pigmentos o falta de maduración y a medida que la severidad aumenta el área afectada puede tener ampollas y los daños

evolucionan a zonas hundidas, blanqueadas o marrones a medida que se produce la muerte celular y colapso de los tejidos (Vicente et al., 2018).

Otra causa de daños en frutos es consecuencia de virosis, se ha reportado daños como manchas aceitosas, anillos necróticos, cambios en la coloración de frutos, endurecimiento de la pulpa, deformación y grabados en la epidermis (Ayala et al., 2010). Cabe mencionar que los insectos como los áfidos son considerados vectores de virus, hongos y bacterias, así como algunos géneros del Orden Hemíptera suborden Heteróptera, como ciertos chinches (Capinera, 2020).

Dentro de las parcelas destinadas al cultivo de *S. betaceum* en la granja El Romeral, cantón Guachapala y en los cantones aledaños se ha podido ver con mucha frecuencia la presencia de manchas en el fruto, mismas que inician con una coloración blanquecina y que con el paso del tiempo adquieren otras tonalidades de color entre rojizas y marrones, que disminuyen la calidad del fruto, disminuyendo su valor comercial y provocando afecciones en la economía de pequeños y medianos productores.

Capítulo II: Objetivos

2.1 General

Identificar él o los agentes causales de la mancha blanca en frutos de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) en la Granja El Romeral, cantón Guachapala – Azuay

2.2 Específicos

Determinar si la acción alimenticia de insectos *Leptoglossus sp.* y/o *Myzus sp.* es la causa de la mancha blanca en frutos de *Solanum betaceum*

Determinar la presencia de hongos o bacterias como posibles agentes causales de la mancha blanca en frutos de *Solanum betaceum*.

Capítulo III: Revisión bibliográfica

3.1. Cultivo de *Solanum betaceum*

Este cultivo pertenece a la familia *Solanaceae*, se cultiva en países de Sudamérica como: Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú (Chacón et al., 2014). Las principales zonas donde cultivan tomate de árbol se encuentran en la región Sierra siendo Azuay, Bolívar, Cañar, Carchi, Cotopaxi, Chimborazo, Imbabura, Loja, Pichincha y Tungurahua las provincias de mayor producción (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2017). Pese a que aumentó el área cultivada a 7600 ha, solo se cosechan 3903 ha en 2017, para 2022 se perdieron 66 ha y se cultivaron 2534 ha de las que se cosecharon 1364 ha con una producción de 18031 t (MAG, 2023), mientras que para 2023 el área cultivada fue de 1190 ha y la producción de 11046 t de las cuales 10894 t fueron comercializadas (INEC, 2024).

3.2 Condiciones ambientales.

El cultivo de tomate de árbol se desarrolla óptimamente en zonas templadas y frías, entre los 600 y 3300 msnm con temperaturas fluctuantes entre los 14° y 20°C, temperaturas menores a 4°C produce daños fisiológicos; precipitación anual entre los 500 y 1500 mm, humedad relativa entre el 60% y 80% (Maita, 2011), suelos profundos con buen drenaje, francos, franco-arenosos a franco-arcillo-arenoso con un pH entre 5.4 a 7.0, y con pendiente no mayor al 40% (Acosta, 2011).

3.3 Principales problemas fitosanitarios.

Los problemas que más afectan al cultivo son el ojo de pollo *Colletotrichum* sp, cenicilla *Oidium* sp., *Fusarium oxysporum*, *Meloidogyne incognita*, etc. (Ávila & Bermeo, 2022; León et al., 2004). En cuanto a insectos plaga, al chinche *Leptoglossus zonatus* es un insecto que causa daños en los frutos de *Solanum betaceum* de los cuales se alimenta; el insecto en sus estados juveniles es de color rojizo anaranjado y no vuela, de adulto es volador y de color café oscuro (León et al., 2004). Además, Fonseca et al., (2019) menciona que entre los principales problemas en los cultivos se encuentran el déficit nutricional y procesos fitopatológicos que inciden en el desarrollo de hojas y el fruto.

El síntoma del ataque por parte del chinche *Leptoglossus zonatus* en los frutos es el apareamiento de zonas endurecidas - oscuras que se producen por acción de la toxina presente en la saliva del insecto (Tamba, 2014); El daño es causado tanto por los adultos como por las ninfas. La picadura en el fruto ocasiona una lesión en la epidermis que causa

pérdida de valor comercial del mismo; se presume que este insecto es trasmisor de hongos (antracnosis) y bacterias (Cámara de Comercio de Bogotá [CCB], 2015); Otra característica del ataque, es la presencia de manchas oscuras rodeadas por un halo rojizo (León et al., 2004). Los daños causados por chinches patas de hojas suelen ser de poca importancia económica, pero si un gran número ataca a pocas plantas, el daño puede provocar pérdidas económicas (Ingels & Haviland, 2014).

Como ocurre con muchos otros insectos del orden *Hemiptera*, las chinches de patas de hojas *L. zonatus* están implicadas en la transmisión de patógenos vegetales; sin embargo, el suborden *Heteroptera* (chinches hediondas, chinches de plantas, chinches de hojas, chinches de calabaza y sus parientes) no son transmisores de patógenos vegetales tan importantes como lo son los insectos del suborden *Sternorrhyncha* (pulgones, moscas blancas, cochinillas, psílidos y sus parientes) (Capinera, 2020). Mitchell, (2004) señala que los coreidos están asociados principalmente con hongos y proporciona una buena revisión de los patógenos vegetales asociados con *Heteroptera*. Se conoce además que *L. zonatus* transmite el hongo, *Eremothecium coryli* (anteriormente *Nematospora coryli*), que causa manchas, colapso y pudrición seca de las semillas de caupí (Abudulai & Shepard, 2001; Capinera, 2020). Según Henne et al., (2003), *Leptoglossus clypealis* también está implicada en la transmisión de *E. coryli* (Capinera, 2020).

En los tomates infestados, los pinchazos en la fruta son un síntoma común; esto provoca la decoloración del fruto al madurar. La decoloración surge debido a la presencia de levadura fúngica, *E. coryli* (anteriormente conocida como *Nematospora*) introducida a través de piezas bucales contaminadas (Ingels & Haviland, 2014). Estas infestaciones suelen ser abundantes durante los períodos húmedos. La decoloración afecta la calidad de la fruta y disminuye el rendimiento comercializable (Ingels & Haviland, 2014; Schuster, 2015). Además de pinchazos y decoloración, la alimentación de chinches patas de hojas puede provocar abortos de frutos y malformaciones de semillas (Grimm & Führer, 1998; Xiao & Fadamiro, 2010).

A más de transmitir *E. coryli*, en Sudamérica, *L. zonatus* transmite patógenos conocidos como tripanosomátidos. Estos patógenos sólo infectan plantas, incluidas el café, el coco, la palma aceitera y la yuca (Sbravate et al., 1989), no obstante, también pueden ser transmitidos a plantas de maíz (Jankevicius et al., 1993). *P. picta* también está asociada con la transmisión de tripanosomátidos al tomate (Fiorini et al., 1993). Hasta el momento, no hay información confirmada de síntomas de enfermedades asociados con estos

organismos. Mitchell (2004) proporciona una visión general de los tripanosomátidos (Capinera, 2020).

Pulgones, *Myzus sp* y *Aphis sp*: Normalmente se localizan en los brotes tiernos y chupan la savia de las hojas ocasionando una deformación y un leve enrollamiento de las mismas; esto causa problemas en el crecimiento de la planta. En campo se evidencia formación de fumagina (CCB, 2015).

Pasador del fruto, *Neoleucinodes elegantalis*: Insecto que coloca sus huevos en los frutos verdes, donde al eclosionar, las larvas (gusanos) penetran al interior de este y ocasionan daño en las semillas, causando su pudrición (CCB, 2015).

Antracnosis, *Colletotrichum sp*: Es una de las enfermedades que ocasiona mayor pérdida de producción en Colombia; afecta follaje y frutos con manchas que se tornan de color negro (CCB, 2015). Los síntomas se presentan en frutos donde ocurre decoloración y pequeñas lesiones de apariencia aceitosa. Las lesiones posteriormente se vuelven negras y ligeramente hundidas. El fruto se seca y, cuando la enfermedad está avanzada, toma apariencia momificada (Ávila & Bermeo, 2022; Feicán et al., 2016; León et al., 2004).

Botrytis, *Botrytis cinérea*: El mayor inoculo en el cultivo viene del micelio formado en tallos en descomposición y hojas secas; es favorecida por bajas temperaturas y humedad relativa alta. Los pétalos y los frutos maduros son más susceptibles a la enfermedad. Los síntomas inician principalmente en las flores y frutos, y afecta el cuajado de los frutos (CCB, 2015).

Alternariosis del tomate, *Alternaria solani*: Los frutos con deficiencias nutricionales suelen ser más susceptibles al ataque del hongo, causa lesiones circulares con anillos de color castaño oscuro rodeados de halos cloróticos (Cadena & López, 2021).

Punta morada: Fitoplasma causado por *Bactericera cockerelli*, exhibe una variedad de síntomas que incluyen retraso en el crecimiento, follaje amarillento, punta morada (enrojecimiento), escoba de bruja (proliferación de ramas y hojas), virescencia (desarrollo de flores verdes y pérdida de pigmentos), y filodia (conversión de flores a hojas) (Crisón, 2017; Himeno et al., 2014; Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP], 2021).

Virosis. El virus de la papa PVY genera mosaicos severos donde se aprecian manchas blanquecinas en los frutos; este es un virus que afecta a la mayoría de las Solanáceas (Shukla et al., 1994), además se ha detectado altos niveles de incidencia y variación

genética de PVY en papa *S. tuberosum* y tomate de árbol *S. betaceum* (Muñoz et al., 2016). La virosis asociada al tomate de árbol ha sido reportada por países como Ecuador, Colombia, India, Nueva Zelanda, en los cuales se han reportado las siguientes etiologías virales. *Tamarillo mosaic virus* (TaMV, Potyvirus), *Cucumber mosaic virus*, (CMV, Cucumovirus), *Potato aucuba mosaic virus* (PAMV, Potexvirus), *Alfalfa mosaic virus* (AMV, Alfamovirus), *Tomato spotted wilt virus* (TSWV, Tospovirus), *Tomato mosaic virus* (ToMV, Tobamovirus) (Jaramillo et al., 2011; Ramírez et al., 2017).

Jaramillo et al., (2012) describe algunos virus asociados al cultivo de tomate de árbol *S. betaceum* y otras Solanáceas.

Alfamovirus

El virus AMV pertenece al género *Alfamovirus* de la familia *Bromoviridae*. El virus puede transmitirse mecánicamente, dado que es moderadamente estable en savia cruda para infectar nuevas plantas (Büchen, 2006). La transmisión de forma natural ocurre por lo menos en 13 especies de áfidos, especialmente *M. persicae*, de forma no persistente. La transmisión por semilla y por polen también ha sido reportada (Büchen, 2006; Khan & Dijkstra, 2006) (Jaramillo et al., 2012)

Cucumovirus

El CMV perteneciente al género *Cucumovirus* de la familia *Bromoviridae*, además de incluir los generos: *Alfamovirus*, *Bromovirus*, *Ilarvirus* y *Oleavirus*. Los CMV pueden ser transmitidos mecánicamente o por más de 75 especies de áfidos en forma no persistente, así como a través de semilla en algunas especies. El rango de huéspedes de CMV es muy vasto abarcando más de 1000 especies en 85 familias botánicas. La sintomatología es frecuentemente marcada (mosaicos, enrollamientos foliares, filiformismo, necrosis) haciendo del virus un patógeno de gran importancia económica mundial (Astier et al., 2007; Jaramillo et al., 2012).

Nepovirus

El virus ToRSV de la mancha anillada (ringspot) del tomate, pertenece al género *Nepovirus*, familia *Comoviridae*; esta familia además abarca los géneros *Comovirus* y *Fabavirus*. Este virus es de fácil transmisión de manera mecánica. En la savia cruda de plantas infectadas, los viriones son estables y logran retener su actividad por una o dos semanas a 20°C. Los

nepovirus son transmitidos por nematodos de géneros *Longidorus* y *Xiphinema*, por semilla o por polen (Pinkerton et al., 2008). Además, se ha reportado que ToRSV puede ser transmitido por ácaros, áfidos, trips, escarabajos, pulgas, grillos y muchos de estos *nepovirus* no tienen un vector transmisor identificado (Hull, 2004; Jaramillo et al., 2012; Khan & Dijkstra, 2006).

Polerovirus

El PLRV perteneciente al género *Polerovirus*, familia *Luteoviridae*, se considera un virus de importancia económica que afecta a las Solanáceas. Los síntomas llevan a un decrecimiento en la producción (Jaramillo et al., 2012) Las plantas infectadas exponen necrosis en los tejidos del floema (Khan & Dijkstra, 2006). Según Salazar (1996). En algunas variedades de papa las venas se necrosan y se observa una acumulación de carbohidratos en las hojas, esta necrosis se produce también en los tubérculos (Jaramillo et al., 2012).

Potyvirus

Los potyvirus, de la familia *potyviridae*. Este tipo de virus causa severos daños económicos en diversos cultivos entre ellos el tomate de árbol. Los síntomas por lo general son mosaicos y moteados foliares y algunas cepas generan necrosis en tejidos. Se transmite principalmente por áfidos de forma no persistente y por inoculación mecánica, también hay especies que se transmiten por semilla (*Pea seed-borne mosaic virus*, PSbMV; *Lettuce mosaic virus*, LMV; *Bean common mosaic virus*, BCMV). Es así que, Salazar (1996) comenta que la sintomatología es variada debido a la gran cantidad de cepas que puede tener una sola especie (Jaramillo et al., 2012).

PVY

PVY está mundialmente distribuido atacando a especies de Solanáceas entre ellas el tomate de árbol. PVY presenta diferentes grupos de cepas caracterizadas tales como PVYO (ordinario), PVYN (de la necrosis venal del tabaco), PVYC (del rayado) y PVY_{NTN} (de la necrosis del tubérculo) (Salazar, Los virus de la papa y su control., 1996). Los síntomas varían de un grupo a otro, aunque generalmente PVYO y PVYC inducen mosaicos foliares severos, rugosidad, necrosis sistémica, defoliación y enanismo; mientras que PVYN sólo causa síntomas foliares suaves, generalmente difíciles de detectar y PVYNTN puede causar síntomas foliares severos (Jaramillo et al., 2012; Schubert et al., 2007).

TaMV

Este virus puede ser descubierto en todas las partes de la planta hospedera. Se ha reportado que es transmitido de manera no persistente por el áfido *M. persicae*, por inoculación mecánica, por injerto, pero no por contacto entre hospederos, semilla sexual o polen (Jaramillo et al., 2012; MacDiarmid, 1994).

Tospovirus

El TSWV, género *Tospovirus*, familia *Bunyaviridae*. Las especies de este género son diversas y cosmopolitas, además de ser de importancia económica debido a que causan pérdidas significativas ya que cuentan con un alto rango de hospederos con alrededor de 925 especies vegetales que pertenecen a 70 familias botánicas (Hull, 2004) (Tsompana et al., 2005). Los síntomas son variados, la apariencia y severidad varían según el genotipo, el aislamiento del virus, el estadio fenológico del cultivo y las condiciones ambientales, sin embargo, los reportes indican que pueden presentar manchas anilladas en hojas y frutos (Aramburu et al., 2008), tizón de brotes, clorosis, necrosis, manchas y venas purpuras (Roselló et al., 1996). El virus es transmitido por trips de manera circulativa y persistente, únicamente larvas y adultos pueden ser vectores de transmisión (Khan & Dijkstra, 2006). Los principales vectores son *Thrips tabaci*, *Frankinella occidentalis* y *F. shultzei*, siendo *F. occidentalis* el más eficiente (Aramburu et al., 2008). Hull, (2004) destaca que, si el virus es sometido a transferencias sucesivas en plantas, los insectos pierden la habilidad de transmitirlo (Jaramillo et al., 2012).

Tobamovirus

El virus del mosaico del tabaco (*TMV*) está relacionado en importancia económica con el virus del mosaico del tomate *ToMV* infectando a la mayoría de Solanáceas, tanto *TMV* como *ToMV* pertenecen al género *Tomabovirus* de la familia *Virgaviridae* (Fauquet et al., 2005). El *ToMV* no se transmite vía vector más bien por inoculación mecánica, injerto, y por semilla afectado alrededor del 94% de plantas *Solanum lycopersicum*. El virus se encuentra en la parte externa de la semilla, también se puede detectar en el endospermo, pero no en el embrión (Büchen, 2006). En tomate y pimentón se ha comprobado que la transmisión puede generarse a partir de pequeñas heridas inducidas por primordios radicales a tegumentos infectados en el proceso germinativo (Astier et al., 2007; Jaramillo et al., 2012).

3.4 Pérdidas económicas causadas por alteraciones en los frutos.

El 57% de empresas evita comprar fruta que presente irregularidades o daños mecánicos, por insectos, hongos, etc., ya que las compañías ven esto como un riesgo en la calidad y presentación del producto procesado (Moreno et al., 2020). El precio por kilo ronda entre los 0.8 y 0.85 centavos de dólar y la aparición de daños puede reducir entre un 5-7% el valor final del fruto resultando en pérdidas económicas para el productor.

En las frutas las pérdidas en la producción agrícola se deben principalmente a la clasificación de las cosechas de frutas impuestas por los estándares de calidad establecidos por los vendedores minoristas. El desperdicio al final del sistema en las cadenas de suministro de alimentos también es abundante, entre el 15 al 30 % de las compras por masa desechada por los consumidores (Gustavsson et al., 2011).

Entre el 20% y el 40% de la producción agrícola mundial se pierde anualmente a causa de las plagas. Cada año, las enfermedades de las plantas cuestan a la economía mundial alrededor de 220 mil millones de dólares y los insectos invasores alrededor de 70 mil millones de dólares, según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (Tyler, 2023). En 2022 el MAG reportó una pérdida de 66 ha de superficie cultivada de *S. betaceum* por plagas y enfermedades (74%) y el 26% por otras causas (MAG, 2022).

Capítulo IV: Materiales y métodos

4.1 Materiales

Tabla 1. Materiales utilizados en este estudio

Biológico	Físicos	Químicos
Cultivares de tomate de árbol <i>S. betaceum</i> .	Calibrador digital.	Alcohol: 70% y 90%.
Cortes del fruto de tomate de árbol.	Cámara fotográfica.	Agar corazón cerebro.
Ejemplares de chinche <i>Leptoglossus zonatus</i> .	Cuaderno de campo.	Agar sangre.
Ejemplares de pulgón <i>Myzus persicae</i> .	Ligas plásticas.	Agar PDA.
	Tela Tul.	Agua destilada.
	Tela organza.	Cloro.
	Rótulos identificadores.	Lugol.
	Succionador manual.	Safranina.
	Mangas plásticas.	Violeta de genciana.
Equipos	Programas	De laboratorio
Cámara de flujo	Microsoft Excel	Aceite de inmersión.
Incubadora		Asa bacteriológica.
Microscopio		Bisturí
		Cajas Petri
		Mandil
		Mascarilla
		Mechero
		Guantes
		Pinzas
		Porta y cubre objetos

4.2 Metodología

4.2.1 Área de estudio

- Ubicación del proyecto:
 - Cantón Guachapala, Granja Experimental El Romeral, Universidad de Cuenca
 - Cantón Guachapala, lotes de agricultores locales.
 - Laboratorio Fitopatología Agronomía/Laboratorio Microbiología Veterinaria – Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cuenca.

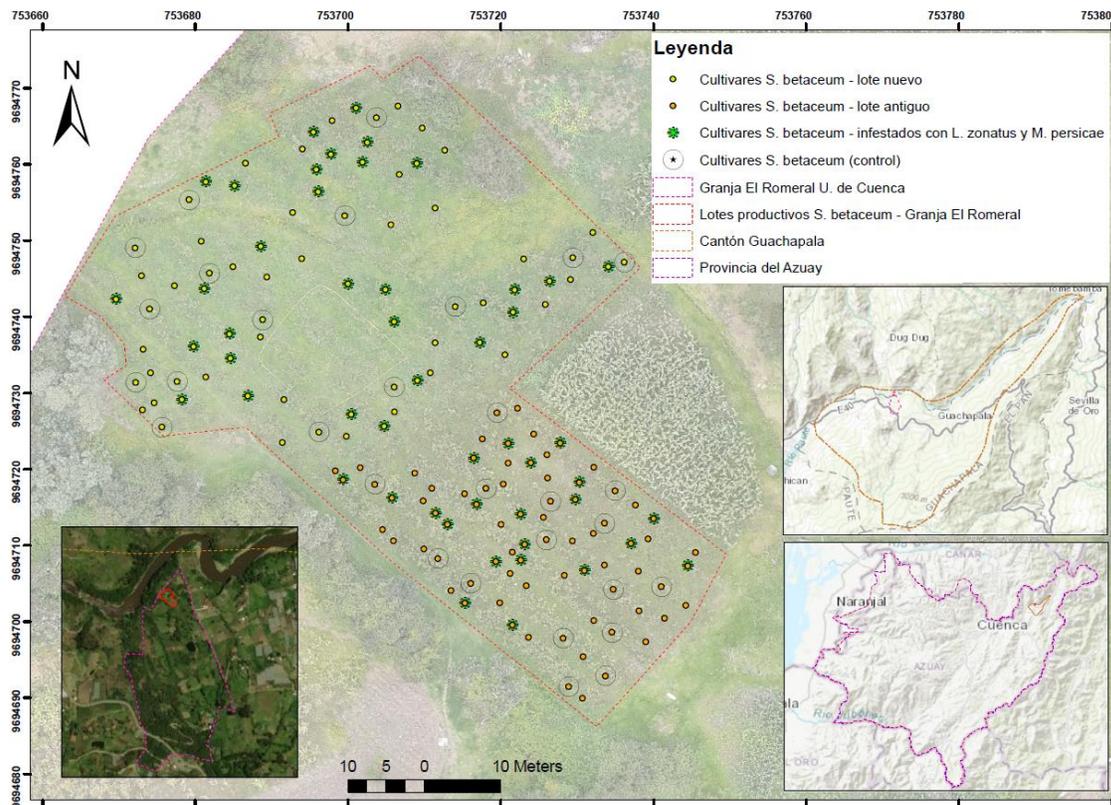


Ilustración 1. Zona de estudio. Granja El Romeral, U. de Cuenca – Cantón Guachapala, Provincia del Azuay-Ecuador.

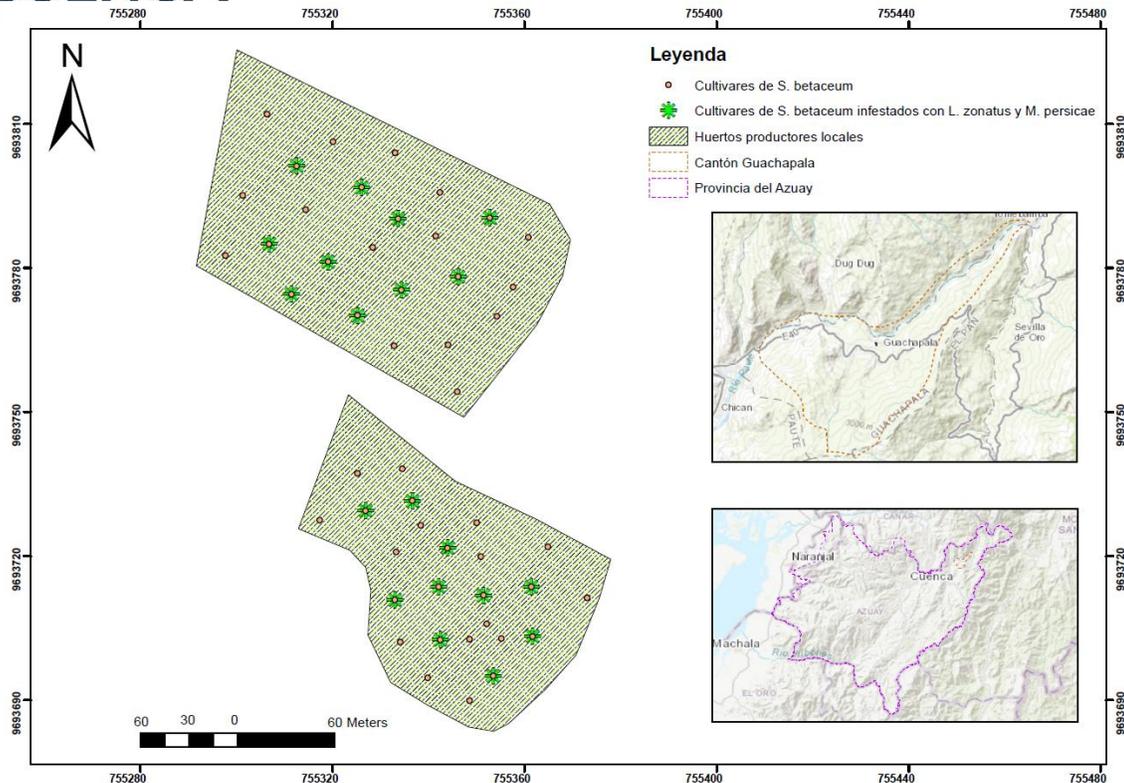


Ilustración 2. Zona de estudio. Huertos locales productivos de *S. betaceum* – Cantón Guachapala, Provincia del Azuay-Ecuador.

Objetivo específico 1:

Para determinar si la acción alimenticia de insectos *Leptoglossus sp.* y/o *Myzus sp.* es la causa de la mancha blanca, dentro de los huertos de tomate de árbol de la granja Experimental El Romeral, se procedió a seleccionar frutos en diferentes estados fenológico, desde recién cuajados, hasta aquellos que ya estén pronto a alcanzar la madurez de cosecha, que no presenten mancha alguna, es decir que estén libres de problemas fitosanitarios. A estos frutos se les dio el seguimiento durante 4 meses para verificar el momento en el cual aparece dicha mancha. Cuando en alguno de los frutos seleccionados se verificó la presencia de insectos, sobre todo pulgones *Myzus sp.* y/o chinchorro *Leptoglossus sp.*, se tomó nota de lo observado y se le dio el seguimiento respectivo al apareamiento o no de la mancha blanca.

De manera concomitante, y con la finalidad de comprobar si el apareamiento de la mancha blanca es el resultado de la alimentación del chinche *Leptoglossus sp.* o los pulgones *Myzus sp.*, que son los insectos plaga más importantes de esta especie frutal en la fase productiva en la zona, en ciertos frutos seleccionados en diferentes estados de desarrollo, se procedió

a emplear mangas aisladoras de tela tul y en el interior se colocó individuos de chinchorro *Leptoglossus sp.* y mangas aisladoras de tela organza para pulgones *Myzus sp.* por separado, con la finalidad de verificar el daño que los mismos ocasionan a los frutos sobre los cuales se alimenta.

En esta fase, además se generó una secuencia fotográfica del avance de la enfermedad a nivel de campo, con la finalidad de evidenciar dicho problema a nivel del fruto de forma visual.

Los datos que se registraron a nivel de campo fueron: diámetro ecuatorial, diámetro polar y longitud de cada uno de los frutos seleccionados en el huerto de tomate de árbol; esto con la finalidad de poder dar el seguimiento al avance de la mancha blanca y el daño que ésta causa al fruto afectado, en los diferentes estados fenológicos.

Para describir las fases fenológicas del cultivo de *Solanum betaceum*, se utilizó la escala BBCH que describe a la familia de las Solanáceas. Esta escala consta de tres dígitos: el primero indica el estadio principal, el segundo el número de ciclos que posee el cultivo al año y el tercero la descripción de cada fase. Para este estudio, se empleó la fase 7, que corresponde al desarrollo y formación de los frutos (Castillo & Quijia, 2019; Meier et al., 2009).

Tabla 2. Escala BBCH para Solanáceas (Meier et al., 2009)

Estadio	Descripción
7	Desarrollo del fruto.
701	Primer racimo de frutos: la primera fruta ha alcanzado la forma y tamaño típico.
702	Segundo racimo de frutos: el primer fruto ha alcanzado el tamaño típico, el segundo fruto alcanza la forma y tamaño típico.
703	Tercer racimo de frutos: el primer fruto ha alcanzado el tamaño típico, el tercer fruto alcanza la forma y tamaño típico.
7N	Más de tres racimos alcanzan la forma y tamaño típico.

-
- 709** Nueve o más racimos de frutos con frutos de tamaño y forma típicos.
-
- 710** Décimo racimo de frutos: primer fruto alcanza el tamaño y forma típico, décimo fruto alcanza el tamaño y forma típico.
-
- 7N** Más de diez racimos de frutos alcanzan la forma y tamaño típico.
-

Objetivo específico 2:

La determinación de la presencia de hongos o bacterias como posibles agentes causales de la mancha blanca en frutos de *Solanum betaceum* se realizó mediante las siguientes actividades.

Se tomaron muestras de frutos en diferentes estados de desarrollo que presentaban el problema de la mancha blanca; se los colocó en fundas plásticas y posteriormente en fundas de papel debidamente identificadas y fueron transportadas al laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCCAA), Campus Yanuncay de la Universidad de Cuenca.

Una vez en el laboratorio, en medios de cultivo con PDA, y con la ayuda de una cámara de bioseguridad, y siguiendo todos los protocolos de asepsia, se procedió a tomar muestras de la fruta con la mancha blanca y fueron sembradas en el medio de cultivo; cada caja petri fue debidamente identificada y colocada en la incubadora a 25°C. por 8 a 10 días. Pasado los 8 a 10 días de la siembra, en el caso que en el medio se observó el desarrollo de algún organismo, se procedió a tomar muestras e identificar la presencia de bacterias por el método de tinción.

Debido a que el método por tinción no identifica específicamente el género de la bacteria, se procedió a realizar una resiembra de tejido endocarpio del fruto, para esta ocasión se utilizó agar sangre y agar cerebro-corazón, la finalidad de estos es determinar la presencia de *Pseudomonas* mediante pruebas bioquímicas, esto se llevó a cabo en el laboratorio de microbiología del Campus Yanuncay de la Universidad de Cuenca.

Nuevamente se tomaron muestras de frutos en estadios fenológicos distintos que presentaban mancha la blanca y además tenían protuberancias oscuras, a estos se los

aisló en fundas plásticas y posterior en fundas de papel, se etiquetó y fueron llevadas al laboratorio de microbiología en la FCCAA.

Ya en el laboratorio, siguiendo los debidos protocolos de asepsia y con ayuda de la cámara de bioseguridad se procedió a realizar la siembra en agar sangre en tres cajas de Petri y en agar cerebro-corazón en seis tubos de ensayo, el uso de agar cerebro-corazón medio específico que sirve para determinar bacterias del género *Pseudomonas*, este medio le proporciona energía al organismo, para posteriormente proceder a sembrar el mismo mediante frotación en agar sangre, las muestras fueron ingresadas a la incubadora durante 5 a 7 días a 26°C. En el caso de mostrar crecimiento de algún organismo en agar sangre, se realizaría tres pruebas bioquímicas para medir la sensibilidad hacia *Pseudomonas sp.*

Capítulo V: Resultados

Resultados objetivo específico 1:

La colecta de datos en campo, permitió realizar observación y monitoreo de 334 árboles dentro de los lotes productivos de tomate de árbol en la granja El Romeral de la Universidad de Cuenca y productores locales del cantón Guachapala a frutos en diferentes estadios fenológicos, mismos que presentaban manchas blanquecinas irregulares principalmente en estados de inmadurez; la mancha genera una decoloración irregular en el fruto en estado de cosecha, con blanqueamiento y pigmentación irregular; también se pueden observar diferentes daños a los frutos como lesiones tipo hundimientos, lesiones circulares oscuras, cicatrices y lesiones tipo protuberancias asimétricas de color morado. Esto permitió realizar una escala para monitorear fenológicamente el avance de la mancha, dando como resultado nueve estadios fenológicos asignados, como se presenta a continuación.

Tabla 3. Escala fenológica propuesta para el desarrollo del fruto de *Solanum betaceum*

Estadio	Descripción
7	Desarrollo del fruto.



701	30 DD, el fruto tiene una coloración verde claro y rojiza, el diámetro mide en promedio 17mm y la longitud aproximadamente 20 mm.	
702	15 – 21 DD. El fruto tiene una coloración verde claro, el diámetro mide en promedio 20 mm y la longitud aproximadamente 23 mm.	
703	21 DD. El fruto tiene una coloración verde claro, el diámetro mide en promedio 27 mm y la longitud aproximadamente 35 mm.	
7N1	21 DD. El fruto tiene una coloración verde oscuro, el diámetro mide en promedio 34 mm y la longitud aproximadamente 41 mm.	
709	21 DD. El fruto tiene una coloración verde oscuro y empiezan a asomar pintas moradas o rojas, el diámetro mide en promedio 41 mm y la longitud aproximadamente 58 mm.	
7N2	21 DD. El fruto tiene una coloración verde amarillenta, sigue pintón, diámetro mide en promedio 54 mm y la longitud aproximadamente 64 mm.	
710	21 DD. El fruto ya casi está pintado, el diámetro mide en promedio 58 mm y la longitud aproximadamente 73 mm.	
711	15 – 21 DD. El fruto ha alcanzado la madurez, coloración roja, naranja, el diámetro mide en promedio 61 mm y la longitud aproximadamente 76 mm.	

Se midieron los diámetros ecuatorial, polar, superior e inferior de diferentes frutos seleccionados desde el inicio del ensayo, de los dos lotes, pudiéndose apreciar la incidencia y severidad que causa la mancha, dado que está presente en todo el cultivo, ya que se la puede visualizar desde frutos recién cuajados, así como en los estadios 701 y 703, en los cuales se ve claramente manchas, circulares e irregulares de color blanco.

Conforme crece el fruto la mancha se expande, a la vez que se va difuminando causando una coloración irregular del mismo, la mancha se mantiene blanca hasta el estadio 709, a partir del estadio 7N2 la mancha cambia de color a amarilla, para el estadio 710 la mancha ya toma un color anaranjado y para el estadio 711 podemos ver frutos maduros manchados, causando una alteración en la estética del fruto; en algunos casos, como se mencionó anteriormente, viene seguido de daños y lesiones, además hay frutos que presentan la mancha blanca y al mismo tiempo están infectados con *Colletotrichum sp.* Esto último se pudo observar en el 5.92 % de los frutos en los cuales se realizó el seguimiento respectivo.

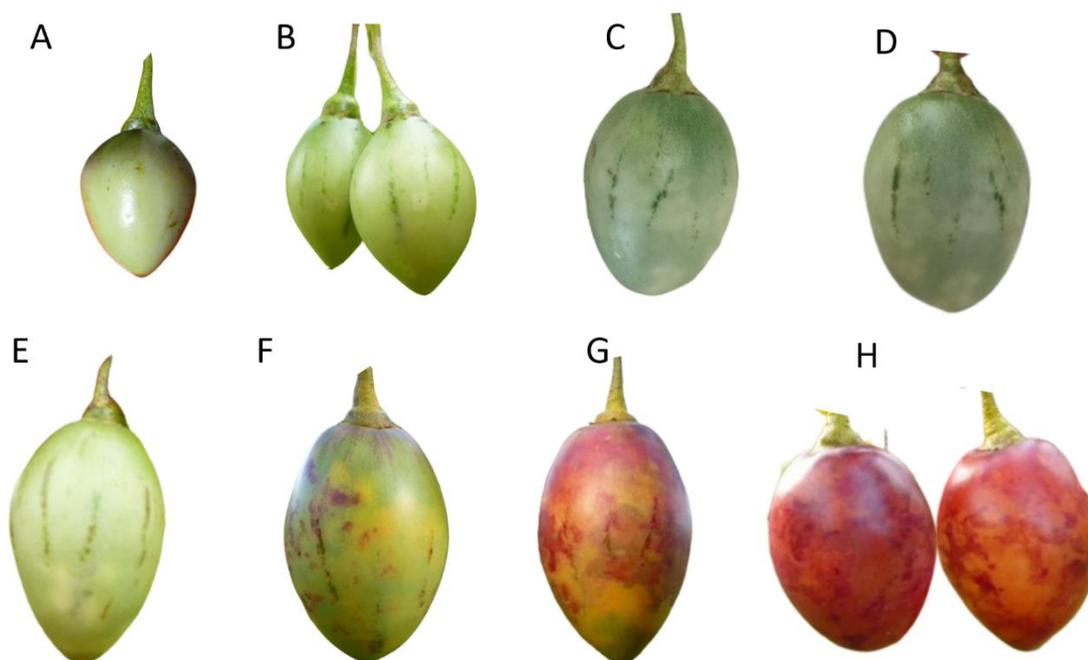


Ilustración 3. Evolución de la mancha blanca en el fruto de *Solanum betaceum*; A. Estadio 701. B. Estadio 702. C. Estadio 703. D. Estadio 7N1. E. Estadio 709. F. Estadio 7N2. G. Estadio 710. H. Estadio 711

Es importante mencionar que, a decir de los agricultores de la zona de Guachapala, los frutos de tomate de árbol con deficiencia de Calcio, muestran manchas similares a la

mancha blanca, pero a diferencia de ésta, se presenta en una sola zona del fruto, donde se vuelve corchoso.

Estos problemas mencionados pueden ser confundidos o mal interpretados en uno solo.

Por otra parte, también se identificaron ocho tipos de daños distintos a los frutos de *S. betaceum* en los lotes de la granja y de los agricultores de la zona, descritos a continuación.

Tabla 4. Descripción de daños encontrados en los frutos de *S. betaceum* en los lotes productivos de la Granja El Romeral y en lotes de agricultores locales del Cantón Guachapala.

Daño	Descripción
Antracnosis	Causada por <i>Colletotrichum sp</i> , genera manchas necróticas oscuras que van cubriendo el fruto hasta secarlo.
Cicatriz	Lesión como un raspón, carachosa, de diferentes formas, lineal, asimétrica, circular y tamaños.
Círculos oscuros no protuberantes	Mancha circular de color gris u oscura.
Hundimiento	La lesión es una zona deprimida (aplastada).
Lesión circular protuberante	Es una protuberancia endurecida circular oscura, es causada por acción del chinche <i>L. zonatus</i>
Lesión protuberante morada	Es una lesión protuberante asimétrica endurecida de color morado. Es causada por la aglomeración de punzaduras de chinche <i>L. zonatus</i> en un solo sitio del fruto.
Lesión circular hundida	Es una lesión convexa, similar a un punto hundido.
Punturas	Son pequeñas manchas tipo pecas, pueden ser marrones u oscuras.

Estos daños pudieron ser cuantificados dentro de los lotes cultivares de *S. betaceum*, donde con ayuda de estadística descriptiva pudimos analizar y realizar graficas donde se mide la frecuencia de los daños y el porcentaje.

La presencia de estos daños no está relacionada directamente a la mancha blanca, ya que en frutos aislados obtuvimos presencia de mancha blanca desde estadios iniciales de fructificación, sin embargo aislar a los frutos con fundas plásticas mejora la calidad estética del mismo, pero aun así se presentaron moteados blancos y frutos con coloración irregular, también, encontramos cicatrices pequeñas de diferentes formas en algunos de estos frutos, esto puede estar asociado al roce entre ellos conforme crecen, pero no presentaron daños como protuberancias o zonas endurecidas.

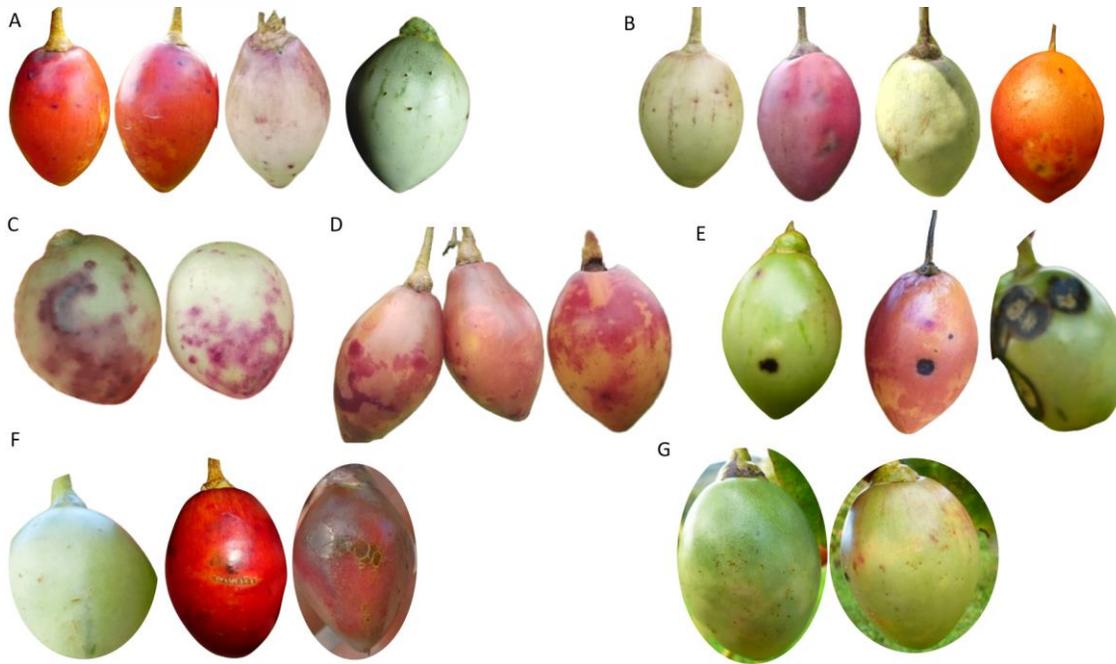


Ilustración 4. Daños asociados a la mancha blanca. A. Lesiones circulares oscuras. B. Lesiones tipo depresión (hundimiento y malformación). C. Lesión tipo protuberancia morada. D. Cambios en la coloración final del fruto. E. Antracnosis. F. Cicatriz. G. Punturas

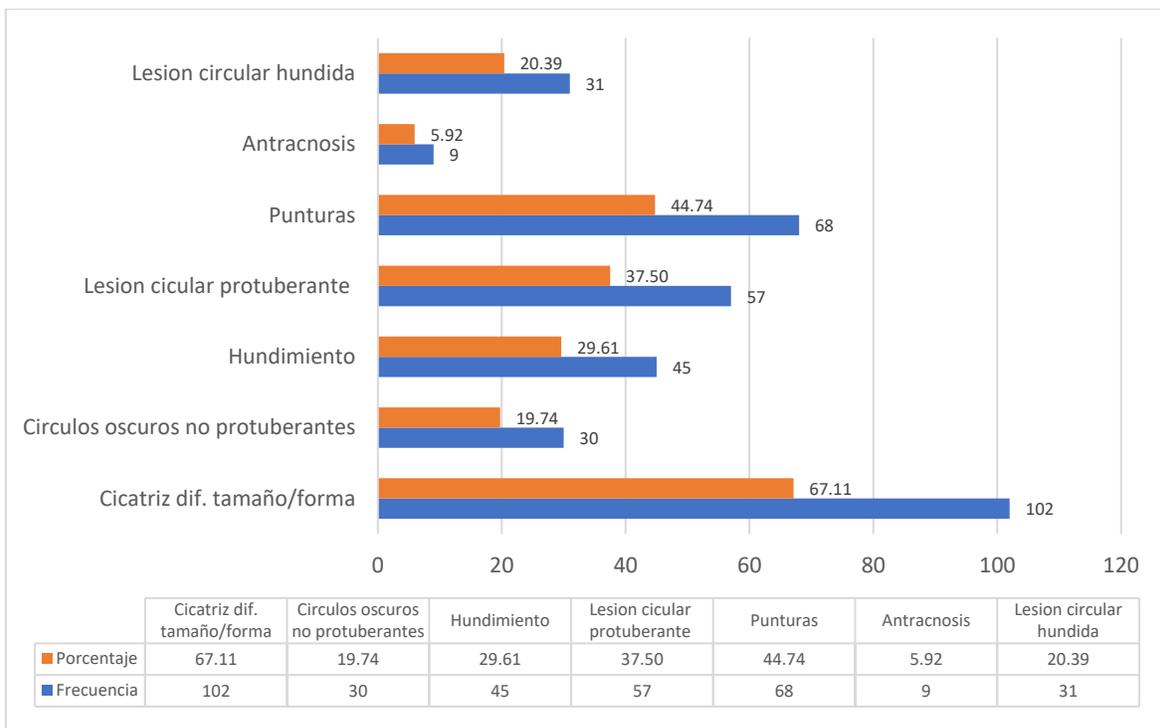


Figura 1. Porcentaje de daños descritos en frutos de *S. betaceum* de la granja El Romeral

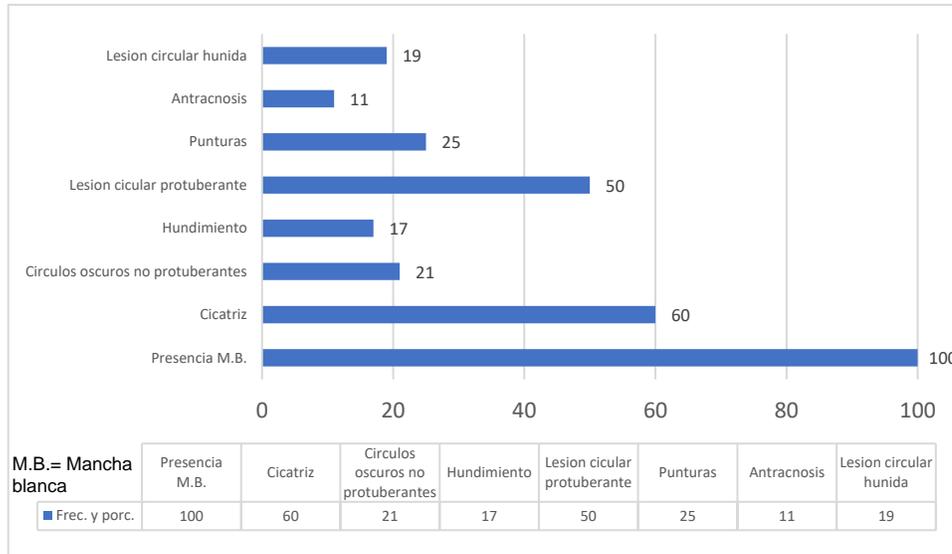


Figura 2. Frecuencia y porcentaje de daños descritos en frutos de *S. betaceum* en los lotes productivos de agricultores locales

La acción alimenticia por parte del chinche *Leptoglossus zonatus*, demostró generar halos blancos (tipo manchas) en el fruto, estas son de forma circular y solo se hacen visibles después del ataque del chinche que es una “picadura” oscura, también en la zona de ataque se aprecia que el tejido del fruto es corchoso y se generan protuberancias circulares de color negro o morado, la acumulación de estas picaduras forma protuberancias asimétricas en el fruto. También genera deformación, endurecimiento y colapso de frutos y en algunos casos manchas de color morado. Debemos manifestar que los halos blancos generados por la acción alimenticia del chinche no tienden a dispersarse ni deformarse.

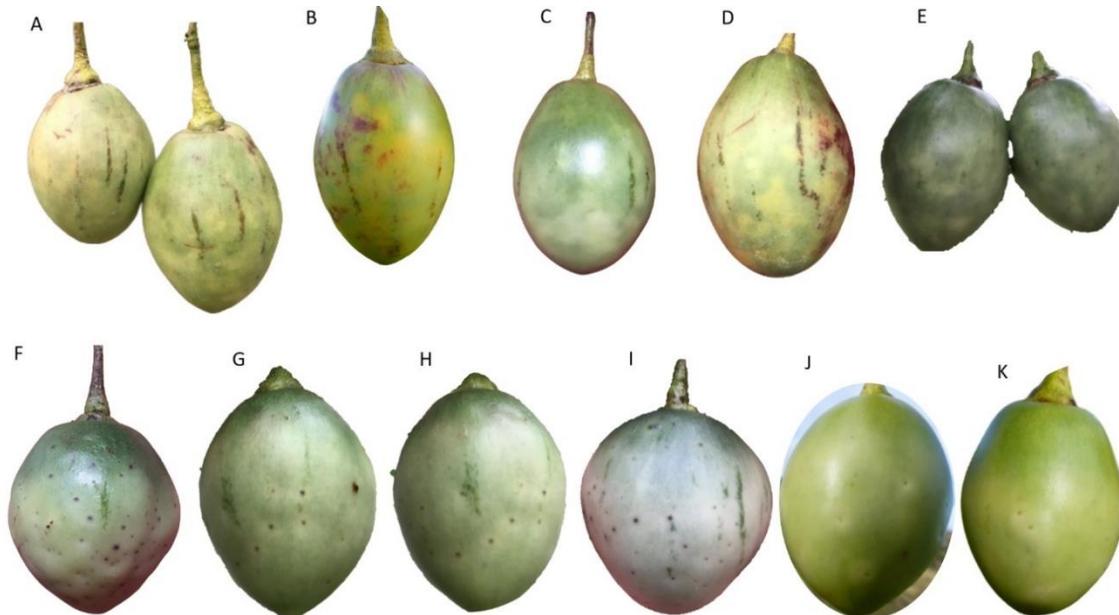


Ilustración 5. Diferentes tipos de mancha blanca. A-K. Mancha blanca. A-E. Moteados blancos. F-K. Ataque del chinche *Leptoglossus zonatus*.

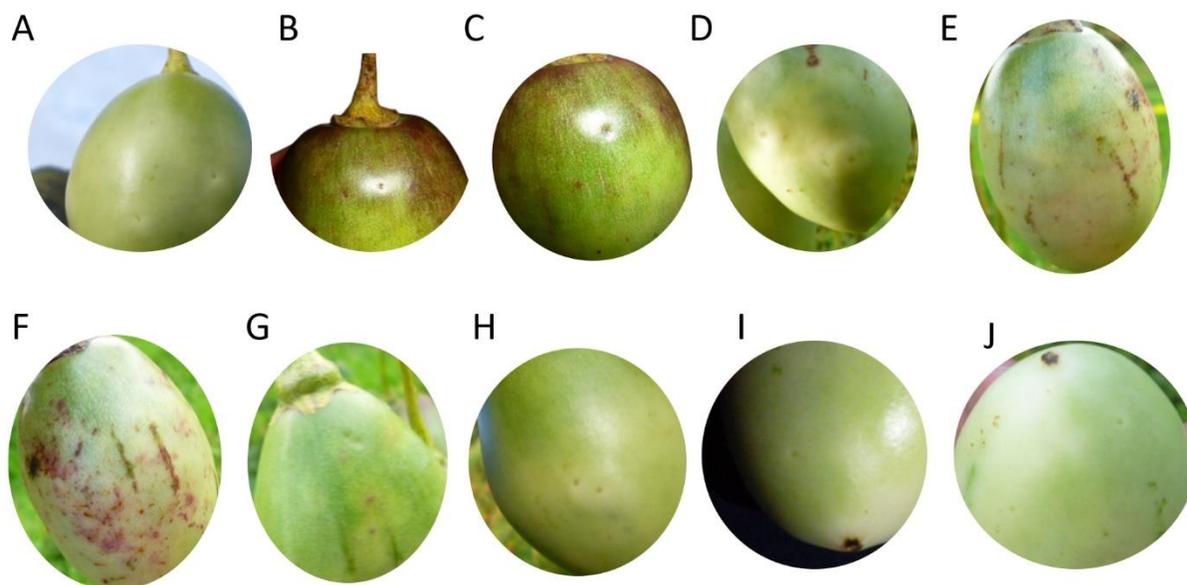


Ilustración 6. Daños causados por *Leptoglossus zonatus* en los lotes de la Granja El Romeral

Tabla 5. Evolución semanal de los daños ocasionados por el chinche *L. zonatus* en frutos aislados de *S. betaceum*

Semanas	Puntura rodeada de un halo clorótico	Clorosis y endurecimiento	Cicatriz	Lesión circular hundida/Punzadura	Mancha circular oscura	Protuberancias endurecidas
	Frecuencia (frutos)	Frecuencia	Frecuencia	Frecuencia	Frecuencia	Frecuencia
1	1	0	4	4	3	0
2	3	3	4	7	8	0
3	5	4	5	10	11	2
4	6	6	5	10	12	3
5	14	14	12	20	12	3

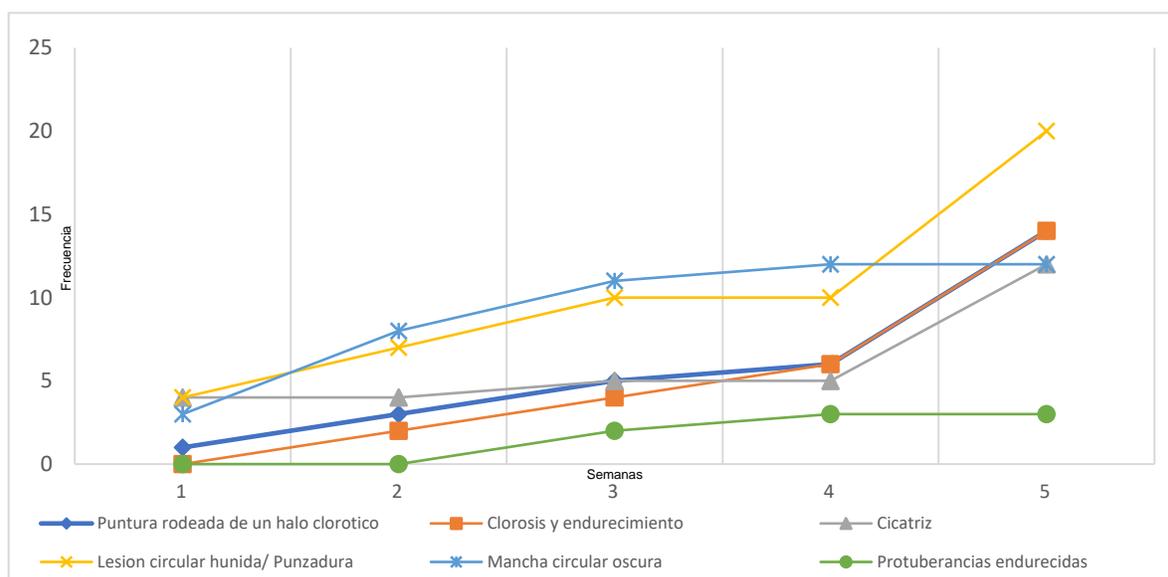


Figura 3. Evolución semanal de los daños ocasionados por el chinche *L. zonatus* en frutos aislados de *S. betaceum*

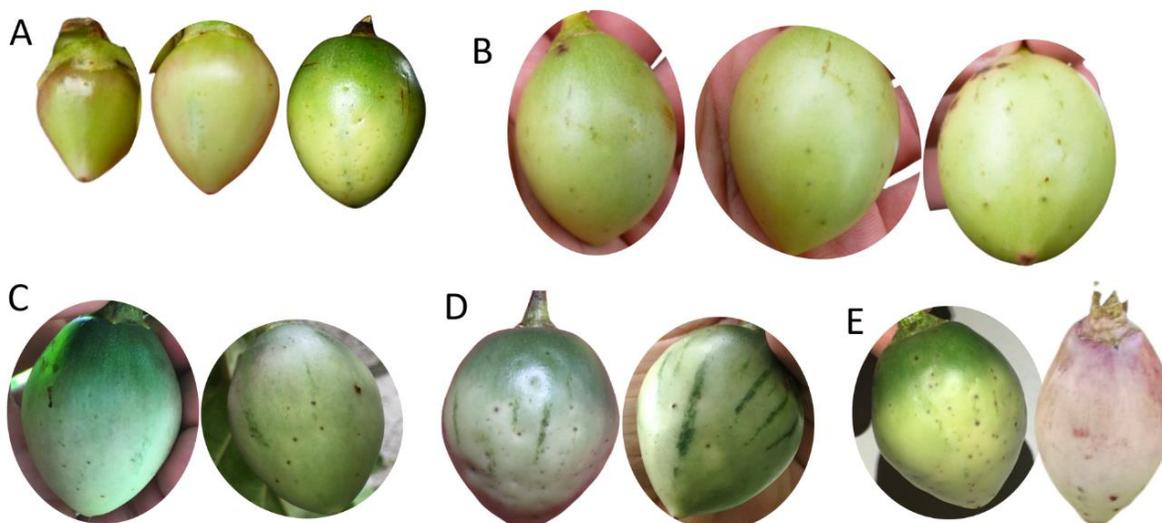


Ilustración 7. A-E. Evolución semanal de los daños ocasionados por el chinche *L. zonatus* en frutos aislados de *S. betaceum*.

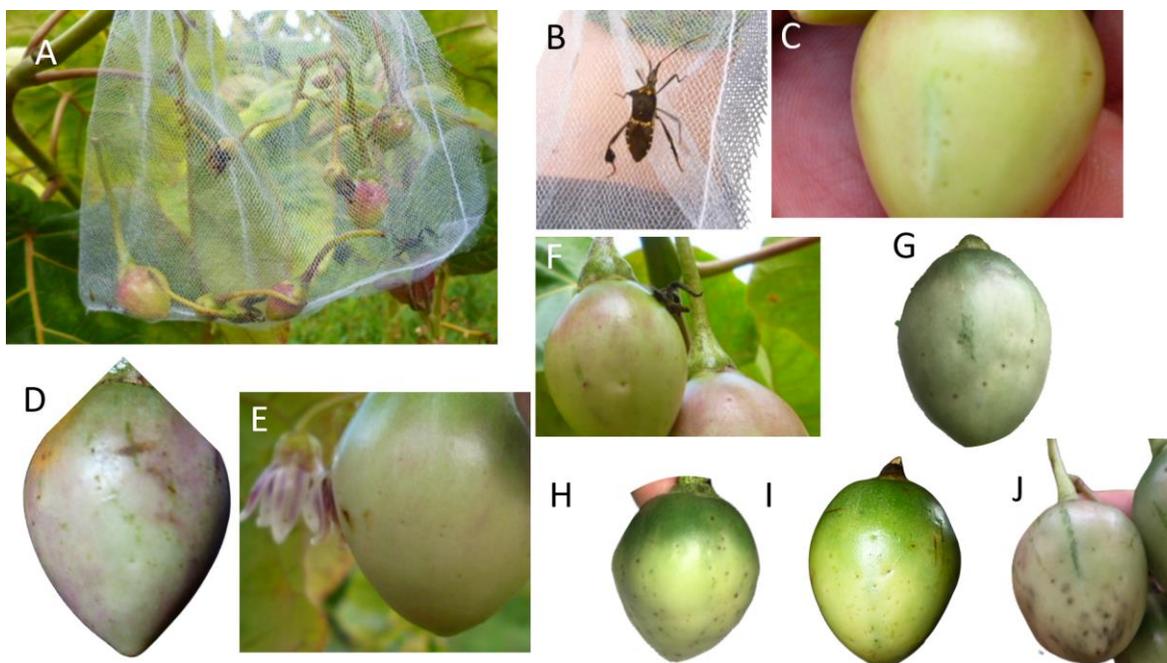


Ilustración 8. A-J. Daños ocasionados por el chinche *L. zonatus* en frutos aislados de *S. betaceum*. A. Chinche *L. zonatus* aislado en una malla de tul con frutos tiernos de *S. betaceum*. B. Adulto de *Leptoglossus zonatus*. C-J. Daños registrados en frutos

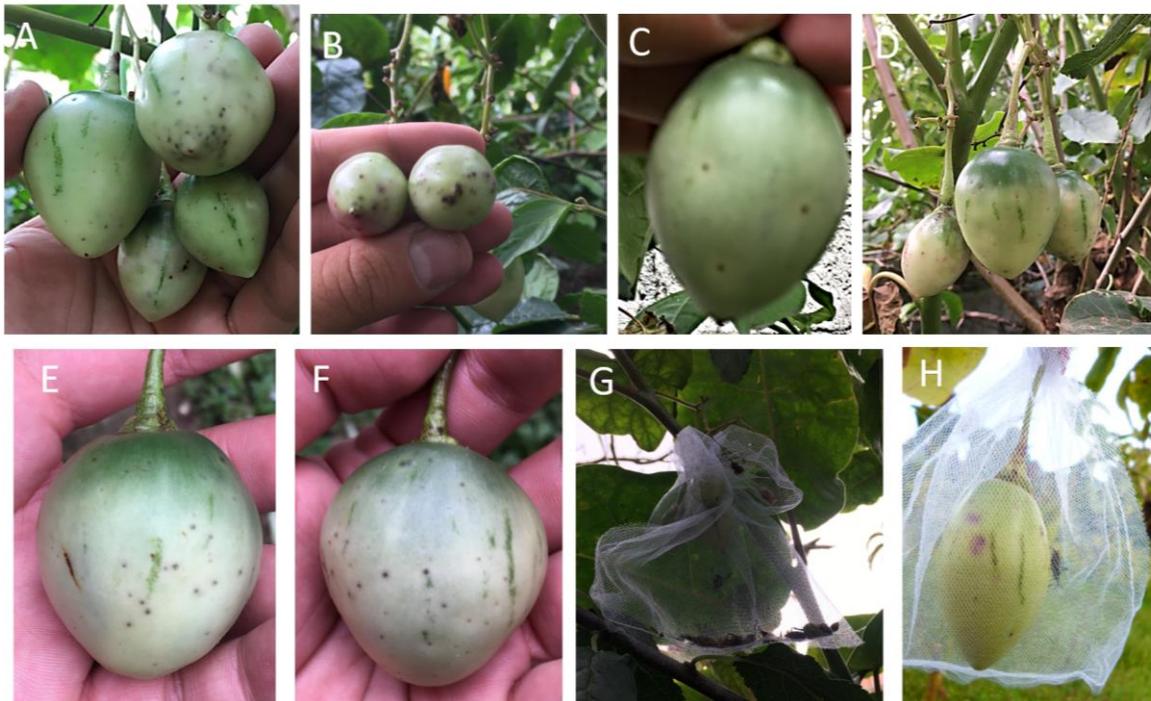


Ilustración 9. A-H. Daños ocasionados por el chinche *L. zonatus* en frutos aislados de *S. betaceum*. A-F. Daños registrados en frutos. G-H. Método de aislamiento

Nuevamente, es importante mencionar que existe distinción entre la mancha ocasionada por la acción alimenticia del chinche, la cual es un halo blanco circular o semi circular, además que la zona de alimentación se vuelve endurecida corchosa a diferencia de los moteados blanquecinos, mismos que son manchas irregulares, que se expanden por todo el fruto, de textura lisa, no cuentan con protuberancias, picaduras o algún signo de ataque por parte de insectos. El pulgón verde *Myzus persicae* no generó daños en los frutos aislados de *Solanum betaceum*.

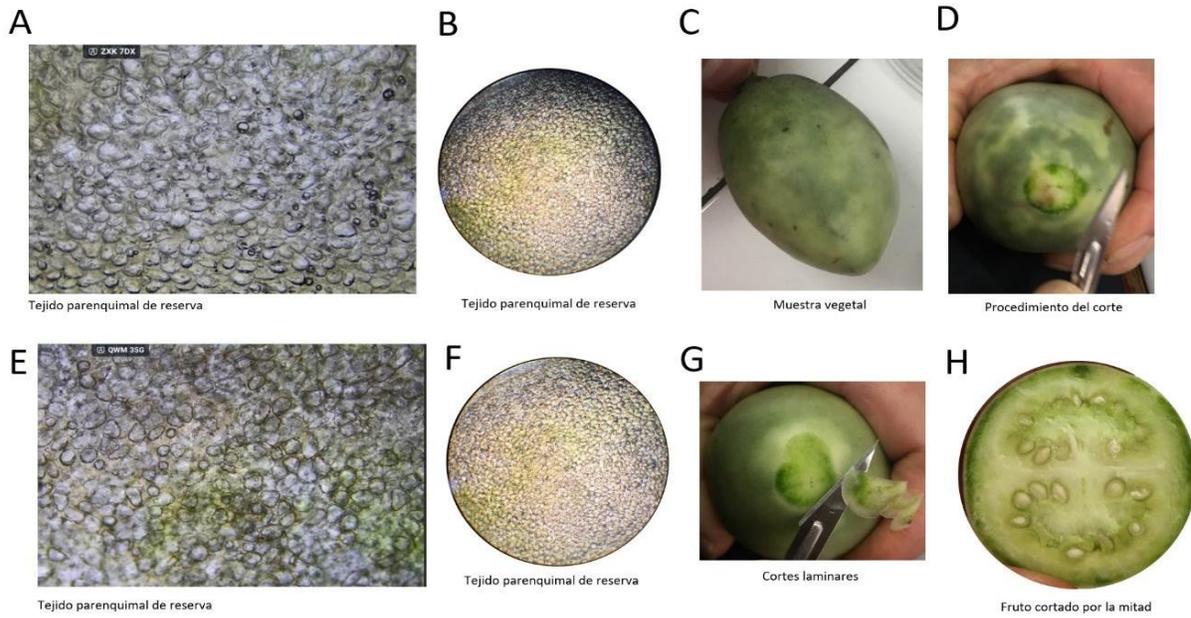


Ilustración 10. Vista microscópica de frutos con mancha blanca

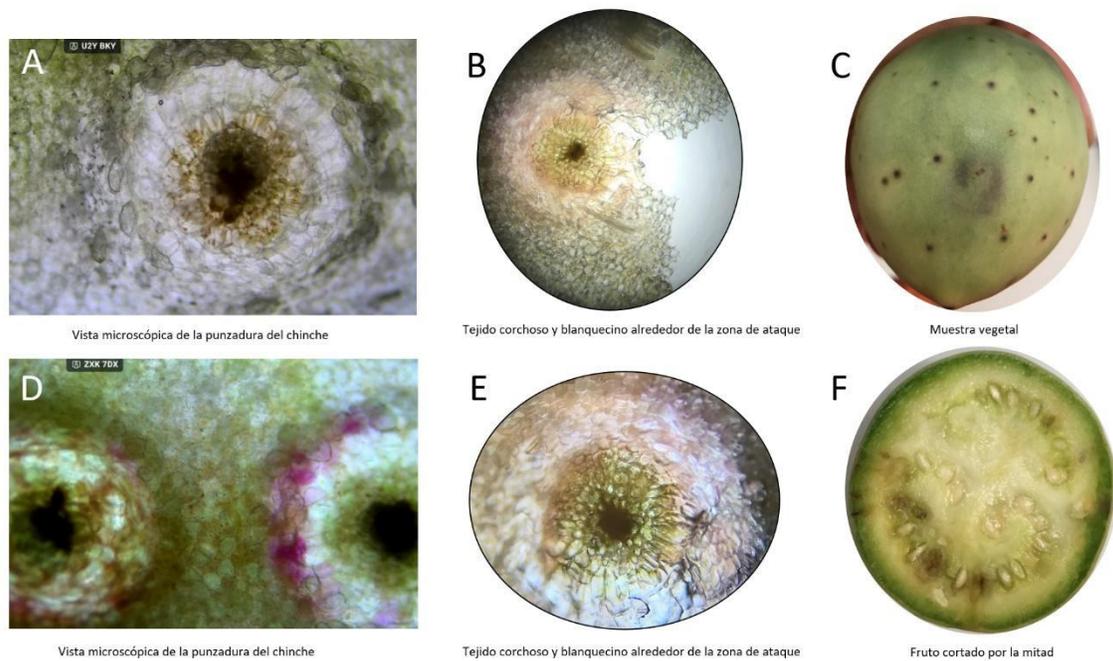


Ilustración 11. Vista microscópica de frutos aislados atacados por chinche *L. zonatus*

Resultados objetivo específico 2:

En cuanto a la determinación de hongos o bacterias como agentes causales de la mancha blanca, se observó el crecimiento de organismos, en este caso levaduras, mismas que se describen a continuación. La identificación de las cepas fue mediante microscopia por tinción de gram a 100x y comparando con estudios de Almeida & Betancourt (2014), se pudieron identificar géneros como *Candida*, *Cryptococcus*, *Rhodotorula* y *Saccharomyces*. No se observó crecimiento bacteriano.

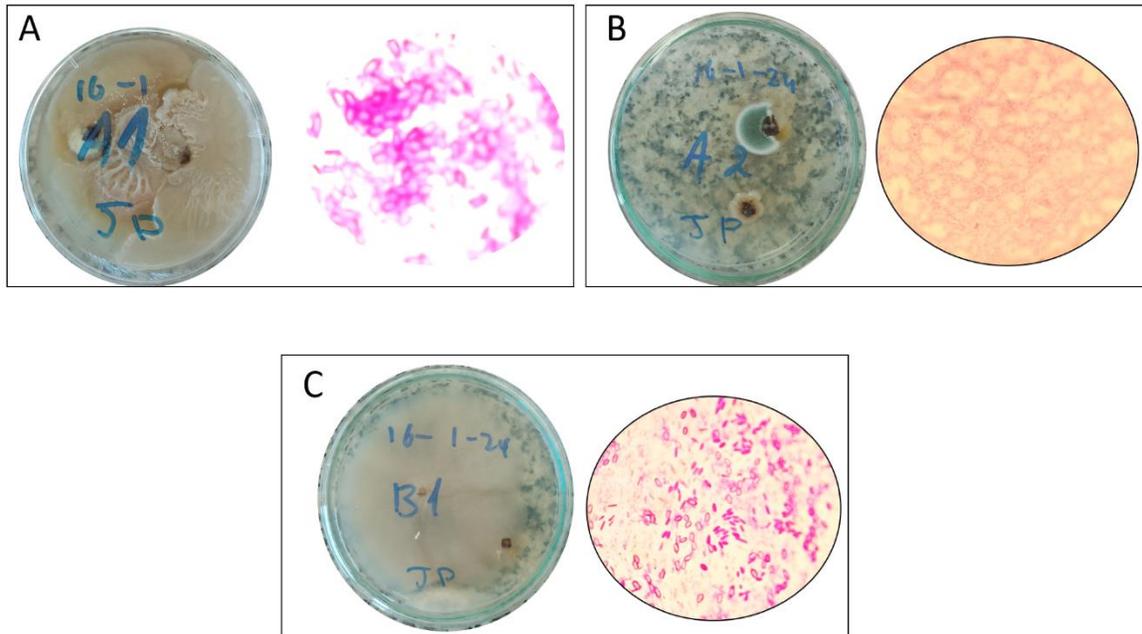


Ilustración 12. Colonias en agar PDA y vista microscópica. Método tinción de Gram

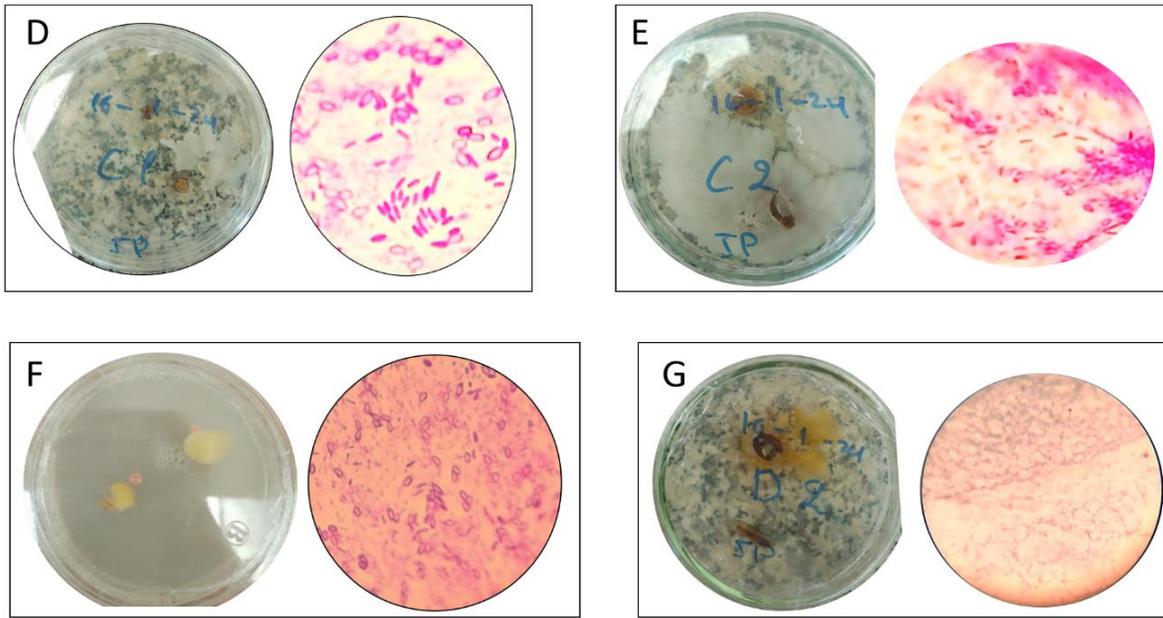
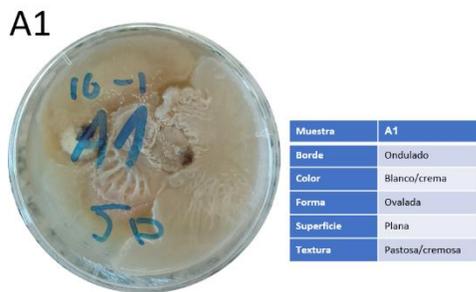
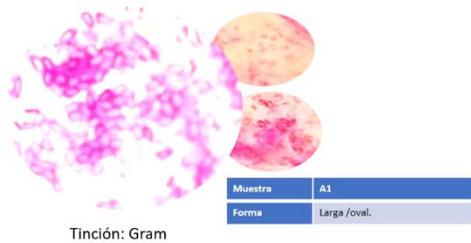


Ilustración 13. Colonias en agar PDA y vista microscópica. Método tinción de Gram



Colonias de levaduras aisladas en agar PDA



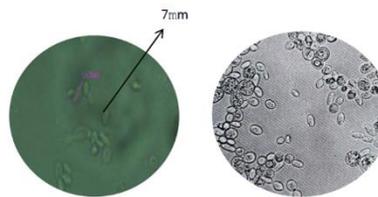
Saccharomyces cerevisiae



Fuente: Watson, (2012)

Fuente: Watson, (2012)

Colonias de levaduras aisladas. Fuente: Almeida & Betancourt, 2014



Vista microscópica. Fuente: Almeida & Betancourt, 2014

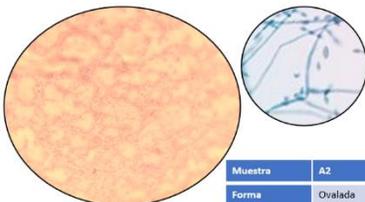
Ilustración 14. Comparación de colonias y vista microscópica para la identificación de levaduras.

A2



Muestra	A2
Borde	Entero/ondulado
Color	Crema/marrón
Forma	Circular
Superficie	Plana
Textura	Cremosa-húmeda

Colonias de levaduras aisladas en agar PDA



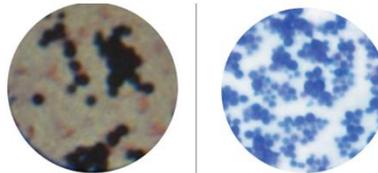
Tinción: Gram

Muestra	A2
Forma	Ovalada
Observaciones	Agrupación de las colonias

Cryptococcus neoformans



Colonias de levaduras aisladas Fuente: Almeida & Betancourt, 2014

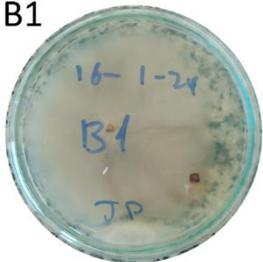


Vista microscópica

Fuente: Almeida & Betancourt, 2014

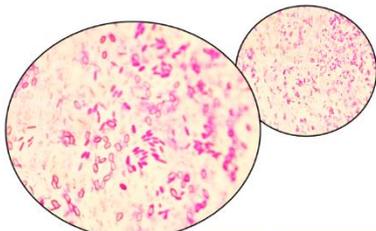
Ilustración 15. Comparación de colonias y vista microscópica para la identificación de levaduras.

B1



Muestra	B1
Borde	Sin borde
Color	Bianco
Forma	Circular
Superficie	Plana
Textura	Pastosa

Colonias de levaduras aisladas en agar PDA



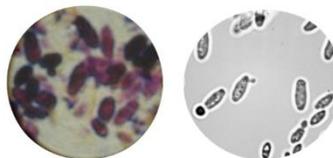
Tinción: Gram

Muestra	B1
Forma	Ovoide/ alargada

Candida krusei



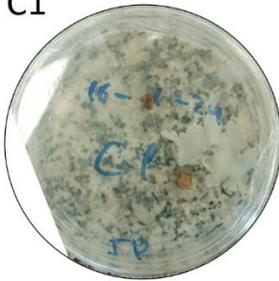
Colonias de levaduras aisladas. Fuente: Almeida & Betancourt, 2014



Vista microscópica. Fuente: Almeida & Betancourt, 2014

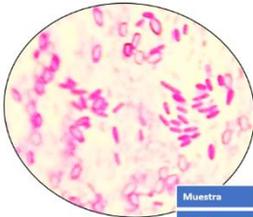
Ilustración 16. Comparación de colonias y vista microscópica para la identificación de levaduras.

C1



Muestra	C1
Borde	Irregular
Color	Blanco
Forma	Ovalada
Superficie	Plana
Textura	Pastosa

Colonias de levaduras aisladas en agar PDA



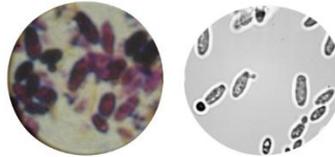
Tinción: Gram

Muestra	C1
Forma	Ovoide /alargada

Candida krusei



Colonias de levaduras aisladas Fuente: Almeida & Betancourt, 2014



Vista microscópica Fuente: Almeida & Betancourt, 2014

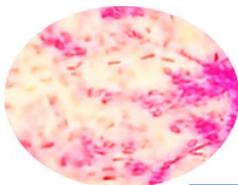
Ilustración 17. Comparación de colonias y vista microscópica para la identificación de levaduras.

C2



Muestra	C2
Borde	Irregular
Color	Blanco
Forma	Ovalada
Superficie	Plana
Textura	Pastosa

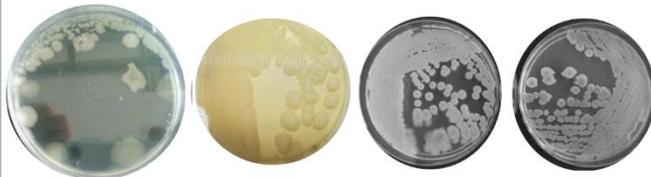
Colonias de levaduras aisladas en agar PDA



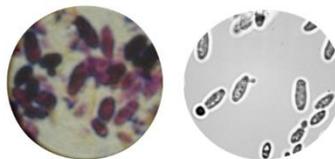
Tinción: Gram

Muestra	C2
Forma	Ovoide /alargada

Candida krusei



Colonias de levaduras aisladas Fuente: Almeida & Betancourt, 2014



Vista microscópica Fuente: Almeida & Betancourt, 2014

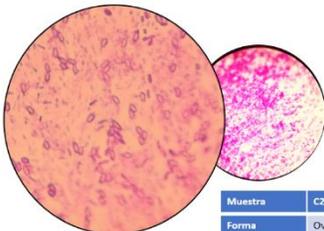
Ilustración 18. Comparación de colonias y vista microscópica para la identificación de levaduras.

D1



Muestra	D1
Borde	Entero
Color	Naranja
Forma	Circular
Superficie	Plana
Textura	Cremosa

Colonias de levaduras aisladas en agar PDA



Tinción: Gram

Muestra	C2
Forma	Ovoide y alargada

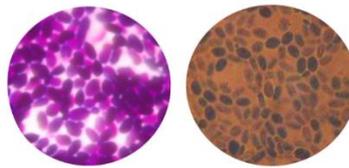
Rhodotorula mucilaginosa



Fuente: Almeida & Betancourt, 2014

Fuente: (Dabrowiecki, et al., 2018)

Colonias de levaduras aisladas



Vista microscópica

Fuente: Almeida & Betancourt, 2014

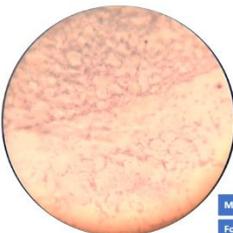
Ilustración 19. Comparación de colonias y vista microscópica para la identificación de levaduras.

D2



Muestra	D2
Borde	Ondulado
Color	Crema/marrón
Forma	Ovalada
Superficie	Plana
Textura	Cremosa-húmeda

Colonias de levaduras aisladas en agar PDA



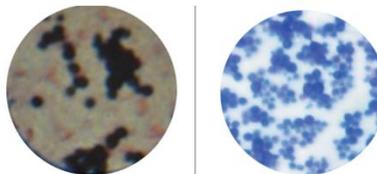
Tinción: Gram

Muestra	D2
Forma	Ovalada
Observaciones	Agrupación de las colonias

Cryptococcus neoformans



Colonias de levaduras aisladas. Fuente: Almeida & Betancourt, 2014



Vista microscópica.

Fuente: Almeida & Betancourt, 2014

Ilustración 20. Comparación de colonias y vista microscópica para la identificación de levaduras.

Capítulo VI: Discusión

El presente trabajo permitió realizar un estudio exploratorio de los agentes causales de la mancha blanca en frutos de *Solanum betaceum*, en Guachapala, Azuay-Ecuador. Según Brust et al. (2018), los pinchazos en la fruta de tomate causados por las chinches con patas de hojas *Leptoglossus zonatus* provocan decoloración durante la maduración. En el presente estudio, se observó que en *S. betaceum*, estos pinchazos generan halos blanquecinos circulares alrededor de la zona de ataque, similar a lo descrito en tomates por Brust et al. (2018). Además, se verificó que la alimentación de estas chinches deja marcas de pinchazos con decoloración alrededor, degradando la calidad de la fruta, tal como ocurre en los tomates. En estudios previos, Lye & Story (1988) mencionan que los insectos en estadios tempranos prefieren alimentarse del follaje, mientras que los estadios posteriores y adultos prefieren el fruto joven y verde. En la investigación realizada en el cantón Guachapala, se constató que *L. zonatus* también prefiere los frutos jóvenes de *S. betaceum*, coincidiendo con lo reportado por Lye & Story.

Ingels & Haviland (2014) describen que *Leptoglossus phyllopus* y *Phthia picta* también causan daños similares, resultando en frutas abortadas o decoloradas. En nuestro estudio, observamos tanto decoloración como también el aborto de frutos en *S. betaceum*. Sargent et al. (2014) mencionan lesiones como punteado, pinchazos de alimentación, manchas turbias y tejido corchoso en tomates atacados por chinches hediondas, síntomas y daños que también fueron observados y estuvieron presentes en los frutos analizados en la presente investigación. Leppla et al. (2023) y Zeilinger et al. (2015) informan que las perforaciones en tomates rara vez se extienden más allá del mesocarpio, con pocas manchas turbias internas. En nuestro estudio, los pinchazos en *S. betaceum* si presentaron manchas turbias internas. Souto et al. (2021) destacan diferencias en los patrones de punción entre especies de insectos. En *S. betaceum*, las punciones de *L. zonatus* no sanaron y permanecieron visibles durante la maduración del fruto, coincidiendo con las observaciones de Souto et al. (2021).

Wiman et al. (2015) y Aubry et al. (2016) reportan variaciones en los daños internos según el cultivo y la especie de chinche. En *S. betaceum*, los daños internos observados fueron manchas turbias en su mayoría y pocas veces imperceptibles. Por otra parte, French & Skaria (1999), Kubo & Batista (1992) y Xiao & Fadamiro (2010) describen manchas circulares y oscurecimiento en cítricos atacados por *L. zonatus*; entre tanto que en *S.*

betaceum, observamos manchas blancas y protuberancias oscuras alrededor de las zonas de ataque, lo cual es consistente con estos estudios estudio. Otra investigación realizada por Brown & Short (2010) compararon daños en manzanas causados por chinches y agujas de acupuntura, hallando que las lesiones fueron similares; en *S. betaceum*, los pinchazos causaron decoloración y tejido corchoso.

En conclusión, los pinchazos producidos por *L. zonatus* en *S. betaceum* generaron halos blancos con tejido corchoso visible al microscopio, y protuberancias oscuras o moradas. Aunque esto coincide con la literatura en varios aspectos, la mancha blanca específica en los cultivos del cantón Guachapala de *S. betaceum* no muestra tejido corchoso, más bien tejido parenquimal sin clorofila, diferenciándose de otros estudios. Los cortes transversales revelaron picaduras probablemente ocasionadas por otros insectos no identificados en el presente estudio. Además, se pudo observar heridas imperceptibles de *L. zonatus*, sugiriendo confusión en la atribución de la mancha blanca al ataque del chinche.

Se sabe que la saliva de los chinches transmite patógenos como son los tripanosomátidos, mismos que causan enfermedades menores en tomates en América, África y Europa. Se han aislado algunos géneros de tripanosomátidos (*Herpetomonas*, *Leptomonas*, *Phytomonas*) del fruto del tomate (Araújo et al., 2017; Beran et al., 2014; Kebede et al., 2014). Los síntomas se presentan como manchas amarillas localizadas que también pueden presentar malformaciones y es dentro de estas manchas donde se pueden encontrar tripanosomátidos multiplicándose en la herida producida por el insecto vector (Agrios, 2005). En nuestro estudio, no se detectó la presencia de tripanosomátidos en las muestras de tomate afectadas, lo que sugiere que los patógenos observados en la literatura no son los causantes de las manchas blancas encontradas. Solo se infectan los frutos dañados por los insectos, además las manchas generadas por estos son de aspecto grasoso, blando y acuoso, que generan tejido muerto (Araújo et al., 2017; Ritchie, 2000). En contraste, las manchas blancas en nuestro estudio tienden a generar endurecimiento y son lisas, sin zonas muertas o corchosas, lo cual difiere significativamente de las descripciones encontradas en la literatura.

Los síntomas de las manchas bacterianas pueden aparecer en todas las partes aéreas e incluyen lesiones necróticas (Araújo et al., 2010; Ritchie, 2000). Estas manchas tienden a agregarse, pero no deforman la fruta en sí (Burlakoti et al., 2018; Strayer et al., 2018). Sin embargo, el tejido del mesocarpo afectado puede desintegrarse en el centro de estas

lesiones y hundirse para generar una superficie rugosa (Larrahondo et al., 2022). En nuestro estudio, las manchas blancas no presentaron tales características necróticas o costrosas, sino que eran lisas y sin cambios significativos en la textura del mesocarpo, diferenciándose claramente de las descripciones de manchas bacterianas. En infecciones severas, la epidermis en el área de la lesión puede romperse, haciendo posible que otros microorganismos colonicen la fruta y eventualmente causen pudrición (Burlakoti et al., 2018; Larrahondo et al., 2022; Ritchie, 2000; Vallad et al., 2010). En algunos casos se observó colonización secundaria con *Colletotrichum sp.* en los frutos con manchas blancas de nuestro estudio, lo que refuerza la diferencia con las infecciones bacterianas descritas.

Por lo tanto, descartamos la presencia de bacterias como agentes causales de la mancha blanca en este estudio, ya que a diferencia de los síntomas descritos en la literatura que causan manchas blancas blandas y aceitosas, la mancha blanca en nuestro estudio tiende a generar zonas endurecidas. Además, es una mancha lisa que se extiende por el fruto y no genera zonas muertas o corchosas, salvo en casos de daños microscópicos como se ha demostrado en el presente trabajo. En los cultivos realizados en agar PDA se obtuvo crecimiento de levaduras que presentan características similares con organismos ya identificados en la literatura. Las levaduras son parte del microbiota natural de la fruta, encontrándose en su superficie (Herrera & Pozo, 2010).

Según Bueno et al. (2019), los hemípteros – coreidae/pentatomidae (chinchas) pueden dañar los frutos con su saliva tóxica o mediante la transmisión de microorganismos patógenos. En nuestro estudio, observamos daños similares en los frutos, donde las lesiones presentaron una decoloración característica y necrosis, coincidiendo con los efectos descritos por Bueno et al. Además, Pedraza et al. (2021) señalan a *L. zonatus* como vector de *Pitaya badnavirus1* (PiBV1) y el virus asociado al moteado de *Epiphyllum* (EpMoaV). En nuestro análisis, encontramos que *L. zonatus* estaba presente en todos los campos afectados, lo que puede sugerir su papel en la transmisión de virosis en nuestros cultivos. Como se mencionó, la afección causa decoloración y lesiones al fruto, lo cual es consistente con varios estudios. Shukla et al. (1994) y Green et al. (2020) afirman que el virus de la papa PVY causa mosaicos severos con manchas blanquecinas en los frutos. En nuestro estudio, también observamos mosaicos y manchas similares, síntomas éstos que se les asocia con infecciones virales como PVY. Además, Muñoz, Gutiérrez, & Marín (2016) detectaron altos niveles de incidencia y variación genética de PVY en tomate de árbol. Autores como Aramburu et al. (2006) y Lourenção et al. (2005) mencionan que las manchas

cloróticas y necróticas en los frutos pueden ser erróneamente atribuidas a otros agentes etiológicos. Saidi (2008) reporta que el virus del marchitamiento manchado del tomate (TSWV) provoca manchas amarillentas en los frutos verdes. Se pudo observar que las manchas presentes en los frutos, inicialmente eran blancas y luego se tornaban amarillentas antes de adquirir tonos rojos y naranjas. Además, Vizuete et al. (1990) indican que la virosis produce imperfecciones en la piel de los frutos. En nuestro estudio, estas imperfecciones eran evidentes, y probablemente estos daños deprecian significativamente el valor comercial de los frutos. Eagles & Gardner (1994) mencionan varios virus que afectan al tomate de árbol, incluyendo AIMV, TSWV, ArMV, TSV, y TAV. Aunque estos virus causan pérdidas, no son tan graves como TaMV. Según nuestras observaciones probablemente varios tipos de virus podrían estar presentes en el cultivo del tomate de árbol. Los síntomas del virus del mosaico del tomate de árbol (TaMV) incluyen un mosaico moteado en la hoja y manchas irregulares en la piel de la fruta (Bakshi et al., 2016). En nuestro estudio, los frutos afectados mostraron síntomas casi idénticos, manchándose desde frutos verdes hasta la cosecha. Ramírez et al. (2017) y Jaramillo et al. (2011a, 2011b) reportaron manchas irregulares y cambios de color en frutos de *S. betaceum*, relacionados con infecciones virales. La enfermedad del enrollamiento de la hoja amarilla del tomate (TYLCD) es devastadora en los cultivos de tomate (Czosnek & Ghanim, 2011; Díaz et al., 2010). En el estudio, los síntomas de TYLCD, como la clorosis intervenal y el moteado de frutos, fueron comunes, especialmente en áreas con alta incidencia de mosca blanca. Finalmente, Saldarriaga et al. (1997) describen síntomas variados de virosis en frutos de tomate de árbol, incluyendo manchas cloróticas y deformaciones. Observamos síntomas similares que correspondían a los descritos por estos autores, lo que podría indicar la posible presencia de virosis en los frutos.

Capítulo VII: Conclusión

El chinche *Leptoglossus zonatus* no es el agente causal de la mancha blanca en frutos de *Solanum betaceum*. La acción alimenticia del chinche *Leptoglossus zonatus* genera halos blancos alrededor de su zona de alimentación en los frutos de *S. betaceum*. La mancha blanca presente en los frutos de *S. betaceum* analizados en los huertos de la granja El Romeral y los lotes de los productores locales es similar a un moteado blanco posiblemente generado por virosis. En base a este estudio podemos decir que la mancha blanca generada por la acción alimenticia del chinche *L. zonatus* puede ser confundida con los moteados y a la vez estar presente en las zonas blanquecinas concurrentes en los frutos de *S. betaceum* de las zonas de estudio.

El pulgón verde *Myzus persicae* no genero daños a los frutos infestados de *S. betaceum* por lo que no se considera como agente causal, sin embargo, está asociado a la transmisión de algunos tipos de virus.

En cuanto a la determinación de hongos o bacterias como posibles agentes causales de la mancha blanca, se observó crecimiento de colonias en este caso levaduras, las cuales forman parte del microbiota de la epidermis de la fruta de *S. betaceum* y no son agentes patógenos causantes de este problema.

Capítulo VIII: Recomendaciones

Realizar estudios a nivel de virus con pruebas basadas en marcadores moleculares para saber con certeza la especie y el filo, esto a partir de muestras vegetales como hojas y frutos.

Realizar estudios con hemípteros (áfidos, chinches, moscas blancas, etc.), Ejm. Análisis de saliva y contenido estomacal con la finalidad de relacionar directamente a estos insectos como vectores de virus.

Referencias

- Abudulai, M., & Shepard, M. B. (2001). Timing insecticide sprays for control of pod-sucking bugs (Pentatomidae, Coreidae, and Alydidae) in cowpea (*Vigna unguiculata* [L.] Walpers). *Journal of Agricultural and Urban Entomology* 18(1), 51-60. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/282717992_Timing_insecticide_sprays_for_control_of_pod-sucking_bugs_Pentatomidae_Coreidae_and_Alydidae_in_cowpea_Vigna_unguiculata_L_Walpers
- Acosta, P. (2011). *Caracterización morfológica y molecular de tomate de árbol, Solanum betaceum Cav. (Solanaceae) (Tesis doctoral)*. Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid. Retrieved from <https://tesis.biblioteca.upm.es/tesis/6742>
- Agrios, G. (2005). Plant diseases caused by Flagellate Protozoa. In G. Agrios, *Plant Pathology* (pp. 875-886). doi:10.1016/B978-0-08-047378-9.50022-1
- Ahmad, R., Bakshi, P., Itoo, H., & Kour, G. (2022). Tamarillo (*Cyphomandra betacea* (Cav.)) Origin, Cultivation, Breeding and Management. *Tropical Plant Species and Technological Interventions for Improvement*. doi:10.5772/intechopen.106601
- Almeida, R., Betancourt, A. (2015). Aislamiento e identificación de taxa de levaduras presentes en el fruto de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) con capacidad fermentativa y resistencia alcohólica. (Tesis de grado). *Universidad Politécnica Salesiana*, pp. 151. Retrieved from <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/8859>
- Alvarez, G. (2022). Análisis poblacional de nematodos en tres etapas productivas diferentes del cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav) en el cantón Guachapala-Azuay. (Tesis de grado). *Universidad de Cuenca*, pp. 41. Retrieved from <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/40195>
- Aramburu, J., Galipienso, L., & Matas, M. (2006). Characterization of Potato virus Y isolates from tomato crops in northeast Spain. *European Journal of Plant Pathology*, 247-258. doi:10.1007/s10658-006-9003-x
- Aramburu, J., Rodriguez, M., & Ariño, J. (2008). Effect of Tomato Spotted Wilt Tospovirus (TSWV) Infection on the Fruits of Tomato (*Lycopersicon esculentum*) Plants of Cultivars Carrying the SW-5 gene. *Journal of Phytopathology*, 569-574. doi:10.1111/j.1439-0434.2000.00550.x
- Araújo, E. R., Costa, J. R., Ferreira, M. A., & Quezado-Duval, A. M. (2017). Widespread distribution of *Xanthomonas perforans* and limited presence of *X. gardneri* in Brazil. *Plant Pathol* 66, 159-168. doi:10.1111/ppa.12543
- Araújo, E. R., Pereira, R. C., Moita, A. W., Ferreira, M. A., Café-Fiho, & Quezado-Duval, A. (2010). Effect of temperature on pathogenicity components of tomato bacterial spot and

- competition between *Xanthomonas perforans* and *X. gardneri*. *Acta Horticulturae* 914, 39-42. doi:10.17660/ActaHortic.2011.914.3
- Astier, S., Albouy, J., Maury, Y., Robaglia, C., & Lecoq, H. (2007). Principles of plant virology: genome, pathogenicity, virus ecology. *Paris: Science Publisher*, pp. 472. doi:10.1086/592650
- Aubry, O., Cormier, D., Chouinard, G., & Lucas, E. (2016). Phytophagy by the Mullein Bug (Hemiptera: Miridae) on Apples: Feeding Behavior and Fruit Damage. *Journal Economy Entomology*, pp. 2463–2471.
- Ávila, M., & Bermeo, J. (2022). Diagnóstico de Enfermedades Virales en *Solanum betaceum* (tomate de árbol) en los Cantones Paute y Guachapala, Provincia del Azuay. (tesis de grado). *Universidad de Cuenca*, pp. 59. Retrieved from <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/38640>
- Ayala, M. G. (2010). Caracterización serológica y molecular de potyvirus asociados a la virosis del tomate de árbol en antioquia (Colombia). *Acta biol. Colomb., Vol. 15 N.º 3*, pp. 20.
- Barreto, P. (2022). Influencia de la temperatura y humedad relativa en estado de huevo del chinchorro *Leptoglossus zonatus* Dallas plaga de tomate de árbol (*Solanum betaceum*). (Tesis de grado). *Universidad de Cuenca*, pp. 60. Retrieved from <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/37724>
- Beran, P., Mraz, I., Kokoskova, B., & Bohata, A. (2014). Monitoring the occurrence of bacterial spot of tomato and pepper in the Czech Republic and development of new PCR primers for detection of *Xanthomonas vesicatoria*. *Eur. J. Plant Pathol.* 141, 617–621. doi:10.1007/s10658-014-0554-y
- Brown, M. W. (2003). Characterization of stink bug (Heteroptera: Pentatomidae) damage to mid- and late-season apples. *J. Agric. Urban Entomol.* 20:, 193-202.
- Brown, M., & Short, B. (2010). Factors Affecting Appearance of Stink Bug (Hemiptera: Pentatomidae) Injury on Apple. *USDA-ARS, Appalachian Fruit Research Station*, pp.6. doi:10.1603/EN09175
- Brust, G. E., Waqas, W., & Qayyum, M. A. (2018). Chapter 8. Minor Pests. In G. E. Brust, *Sustainable Management of Arthropod Pests of Tomato* (pp. 183-214). Academic Press. doi:10.1016/B978-0-12-802441-6.00008-5
- Büchen, C. (2006). ICTVdB Management. In C. Büchen-Osmond, *ICTVdB - The Universal Virus Database*. New York, USA,: Columbia University,. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/ICTVdb/ICTVdB/>.
- Buono, S., Abdo, G., Hamity, V., Ansonnaud, G., & Ferreyra, M. (2019). *El tomate árbol de las yungas. Cultivo, potencialidades e importancia*. San Pedro Jujuy: INTA. Retrieved from <http://hdl.handle.net/20.500.12123/6132>
- Burlakoti, R., Hsu, C., Chen, J., & Wang, J. (2018). Population Dynamics of *Xanthomonads* Associated with Bacterial Spot of Tomato and Pepper during 27 Years across Taiwan. *Plant disease*. doi:10.1094/PDIS-04-17-0465-RE

- Cadena, V., & López, A. (2021). Identificación de hongos con potencial biocontrolador de *Colletotrichum* sp., en cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum*), en la provincia de Tungurahua. (Tesis de grado). *Universidad Politécnica Salesiana*, 119 PP. Retrieved from <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/26698>
- Capinera, J. L. (2020). Chapter 8. Order Hemiptera - Bugs. In J. L. Capinera, *Handbook of Vegetable Pests* (pp. 259-382). doi:10.1016/B978-0-12-814488-6.00008-X
- Castillo, M., & Quijia, M. (2019). Fenología floral de la guaba (*Inga edulis*) y naranjilla (*Solanum quitoense*) de acuerdo a la escala BBCH para uso agroindustrial. (Tesis de grado). *UDLA*, pp. 92. Retrieved from <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/10715>
- Crisón, M. (2017). Identificación molecular del fitoplasma causante de la punta morada de la papa y ensayos de resistencia sistémica adquirida. Tesis Ing. Agr. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. Quito, Ecuador. 79 pp. Retrieved from <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/13057>
- Czosnek, H., & Ghanim, M. (2011). Bemisia tabaci – Tomato Yellow Leaf Curl Virus Interaction Causing Worldwide Epidemics. In W. (. Thompson, *The Whitefly, Bemisia tabaci (Homoptera: Aleyrodidae) Interaction with Geminivirus-Infected Host Plants* (pp. pp 51–67). Washington, USA: Springer, Dordrecht. doi:10.1007/978-94-007-1524-0_3
- Díaz, J., Cañizares, C., Moriones, E., Bejarano, E., Czosnek, H., & Navas-Castillo, J. (2010). Tomato yellow leaf curl viruses: ménage à trois between the virus complex, the plant and the whitefly vector. *Molecular Plant Pathology*, 441–450. doi:10.1111/J.1364-3703.2010.00618.X
- Eagles, R., & Gardner, R. (1994). Incidence and distribution of six viruses infecting tamarillo (*Cyphomandra batavia*) in New Zealand. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science.*, 453-458. doi: 10.1080/01140671.1994.9513857
- Esquivel, J. F. (2019). Stink bug rostrum length vs. stylet penetration potential. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, pp. 7. doi:10.1111/eea.12782
- Fauquet, C., Mayo, M., Maniloff, J., Desselberger, U., & Ball, L. (2005). *Virus Taxonomy: VIIIth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses*. Hong Kong: Elsevier. doi:10.1016/B978-0-12-249951-7.50010-9.
- Feicán, C., Encalada, C., & Becerril-Román, A. (2016). Descripción agronómica del cultivo de tomate de árbol. *Agroproductividad Vol. 9*, pp. 78-86. Retrieved from <https://mail.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/806/670>
- Fiorini, J., de Faria e Silva, P., Brazil, R., Attias, M., Esteves, M., & Angluster, J. (1993). Axenic cultivation of a pathogenic *Phytophthora* species isolated from tomato fruit, and from its phytophagic insect vector, *Phthia picta* (Hemiptera: Coreidae). *Cytobios* 75, 163–170.
- French, V., & Skaria, M. (1999). *Fruit spotting by leaf-footed bugs*. Texas A&M Citrus Center Newsletter 17:5.

- Green, K., Funke, C., Chojnacky, F., Alvarez, R., Ochoa, J., Quito, D., & Karasev, A. (2020). Potato Virus Y (PVY) Isolates from *Solanum betaceum* Represent Three Novel Recombinants Within the PVYN Strain Group and Are Unable to Systemically Spread in Potato. *Phytopathology*, 1588-1596. doi:10.1094/PHYTO-04-20-0111-R
- Grimm, C., & Führer, E. (1998). Population dynamics of true bugs (Heteroptera) in physic nut (*Jatropha curcas*) plantations in Nicaragua. *Journal of Applied Entomology* 122, 515–521.
- Gustavsson, J., Cederberg, C., & Sonesson, U. (2011). *Global food losses and food waste*. Düsseldorf, Germany: FAO. Retrieved from <https://www.fao.org/3/i2697e/i2697e.pdf>
- Henne, D., Johnson, S., & Bourgeois, W. (2003). Pest status of leaf-footed bugs (heteroptera: coreidae) on citrus in Louisiana. *Environmental Science, Agricultural and Food Sciences*, pp. 2. Retrieved from <https://journals.flvc.org/fshs/article/download/86548/83464>
- Herrera, C., & Pozo, M. (2010). Nectar yeasts warm the flowers of a winter-blooming plant. *Proceedings of the Royal Society B*. 277 (1689), 1827–1834. doi:10.1098/rspb.2009.2252
- Himeno, M., Kitazawa, Y., Yoshida, T., Mahejima, K., Yamaji, Y., Oshima, K. y Namba, S. (2014). Purple top symptoms are associated with reduction of leaf cell death in phytoplasma-infected plants. *Scientific Reports*, 4. doi: 10.1038/srep04111
- Hull, R. (2004). *Mathew's Plant virology*. 4^a ed. New York: Elsevier Academic Press. doi:10.1016/B978-0-12-361160-4.X5050-6
- Ingels, C., & Haviland, D. (2014). *Leaf-footed Bug, Integrated Pest Management for Landscape Professionals and Home Gardeners*. University of California, UC Statewide Integrated Pest Management Program. Davis, California, USA: Pest Notes Publication.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2017). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC 2017*. Ecuador: INEC. Retrieved from <https://anda.inec.gob.ec/anda/index.php/catalog/810>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2024). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC 2024*. Ecuador: INEC. Retrieved from <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP]. (2021) Guía para el conocimiento de la punta morada en tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) y alternativas para un manejo integrado. Retrieved from <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5762/1/Gu%C3%ADa%20de%20punta%20morada%20de%20tom%C3%A1te%20de%20C3%A1rbol.pdf>
- Jankevicius, S., De Almeida, I., Jankevicius, J., Cavazzana, M., Attias, M., & De Souza, W. (1993). Axenic cultivation of trypanosomatids found in corn (*Zea mays*) and in phytophagous hemipterans (*Leptoglossus zonatus* Coreidae) and their experimental transmission. *J. Eukary. Micro.* 40, 576–581.
- Jaramillo, M., Álvarez, J., & Marín, M. (2012). Características de los virus asociados a la virosis del tomate de árbol (*Solanum betaceum*) en Colombia. *Revista Lasallista de Investigación*, 9(1),

115-127.

Retrieved

from

<http://revistas.unilasallista.edu.co/index.php/rldi/article/view/301/144>

- Jaramillo, M., Gutiérrez, P., Cotes, J., González, E., & Marín, M. (2011). Detección de los Virus AMV, CMV y PLRV en Cultivos de Tomate de Árbol (*Solanum betaceum* Cav.) en Antioquia, Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, pp. 15. Retrieved from <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179922364009>
- Jaramillo, M., Gutiérrez, P., Lagos, L., Cotes, J., & Marín, M. (2011). Detecção de um complexo de vírus em pomares de tamarillo (*Solanum betaceum*) na região dos Andes da Colômbia. *Trop. plant pathol.* 36 (3). doi:10.1590/S1982-56762011000300003
- Kebede, M., Timilsina, S., Ayalew, A., Admassu, B., Potnis, N., & Minsavage, G. V. (2014). Molecular characterization of *Xanthomonas* strains responsible for bacterial spot of tomato in Ethiopia. *Eur. J. Plant Pathol.* 677-688. doi: 10.1007/s10658-014-0497-3
- Khan, J., & Dijkstra, J. (. (2006). *Handbook of Plant Virology*. Londres: Food Product Press Oxford. doi:10.1007/s10535-007-0113-x
- Kubo, R., & Batista, A. (1992). Ocorrência e danos provocados por *leptoglossus zonatus* (dallas, 1852) (hemiptera: coreidae) em citros. *Comunicacao Cientifica*, pp. 4. Retrieved from <https://anais.seb.org.br/index.php/aseb/article/view/811>
- Larrahondo, E., Ying-Yu, L., & Huerta, A. (2022). Diagnostic Guide for Bacterial Spot of Tomato and Pepper. *Plant Health Progress*, 355–361. doi:10.1094/PHP-11-21-0140-DG
- Lefeuvre, P., Lett, J., Varsani, A., & Martin, D. (2009). Widely conserved recombination patterns among single-stranded DNA viruses. *Journal Virology*. doi:10.1128/JVI.02152-08
- Leppla, N., Stacey, K., Rooney, L., Lennon, K., & Hodges, A. (2023). Stink Bug (Hemiptera: Pentatomidae) Occurrence, Reproduction, and Injury to Fruit in an Organic Tomato Crop Bordered by Sorghum. *Journal of Economic Entomology*, 116(1), 144-152. doi:10.1093/jee/toac194
- Lourenção, A., Siqueira, W., Melo, A., Palazzo, S., Melo, P., & Colariccio, A. (2005). Resistência de cultivares e linhagens de tomateiros a Tomate chlorotic spot virus e a Potato virus Y. *Fitopatologia Brasileira*, 609- 614. doi:10.1590/S0100-41582005000600007
- Lye, B., & Story, R. (1988). Feeding preference of the southern green stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) on tomato fruit. *Journal of Economic Entomology* 81, PP. 522-526. Retrieved from <https://worldveg.tind.io/record/9395>
- MacDiarmid, R. M. (1994). Tamarillo mosaic potyvirus: characterization and resistance. Tesis Doctoral. *School of Biological sciences, University of Auckland. New Zealand*, pp. 241. Retrieved from <http://hdl.handle.net/2292/2320>
- Maita, S. (2011). *Manejo del "ojo de pollo" o antracnosis (Colletotrichum acutatum Simmonds) en el cultivo del tomate de árbol (Solanum betaceum Cav)*. Cuenca, Ecuador: SENECYT-Universidad Católica de Cuenca. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/317850880_Manejo_del_ojo_de_pollo_o_antr

[acnosis Colletotrichum acutatum Simmonds en el cultivo del tomate de arbol Solanum betaceum Cav](#)

- Meier, U., Bleiholder, H., Buhr, L., Feller, C., Hack, H., Heß, M., & Zwerger, P. (2009). The BBCH system to coding the phenological growth stages of plants-history and publications. *Journal Für Kulturpflanzen*, 61(2), 41–52.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG]. (2023). Boletín Situacional Cultivo de Tomate de Árbol 2022. *Coordinación General de Información Nacional Agropecuaria*: MAG. Retrieved from <https://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/situacionales-agricolas/situacional-tomate-arbol-2021>
- Mitchell, P. (2004). Heteroptera as vectors of plant pathogens. *Neotrop. Entomol.* 33, 519-545.
- Morton, J., & Dowling, C. (1989). *Fruits of Warm Climates*. doi:10.1086/416400
- Muñoz, L., Gutiérrez, P., & Marín, M. (2016). Detección y secuenciación del genoma del Potato Virus Y (PVY) que infecta plantas de tomate en Antioquia, Colombia. *Bioagro vol.28*, pp.69-80. Retrieved from http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612016000200001&lng=es&tlng=es.
- Pedraza, L., Sánchez, F., Arias, V., Moreno, M., & Sánchez, L. (2021). Enfermedades emergentes y reemergentes de plantas en Latinoamérica: Una revisión. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental. RIAA*, pp. 38. doi:10.22490/21456453.4639
- Pinkerton, J., Kraus, J., Martin, R., & Schreiner, R. (2008). Epidemiology of Xiphinema americanum and Tomato ringspot virus on Red Raspberry, Rubus idaeus. *The American Phytopathological Society*, 364 - 371. doi:10.1094/PDIS-92-3-0364
- Ramírez, J., Gil, A., & Morales, J. (2017). Etiology of tree tomato (Solanum betaceum CAV.) diseases. *Rev. Protección Veg., Vol. 32*, pp. 19. Retrieved from <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v32n1/rpv04117.pdf>
- Ritchie, D. (2000). Bacterial spot of pepper and tomato. *The Plant Health Instructor*. doi:10.1094/PHI-I-2000-1027-01
- Robbs, C. F. (1950). Mistura inseticida para polvilhamento de plantas cítricas no Distrito Federal. *Revta. agron., Porto Alegre 9 (2)* , 185-195.
- Roselló, S., Díez, M.-J., & Nuez, F. (1996). Viral diseases causing the greatest economic losses to the tomato crop. I. The Tomato spotted wilt virus — a review. *Scientia Horticulturae Vol. 67*, 117-150. doi:10.1016/S0304-4238(96)00946-6
- Saidi, M. (2008). Tomato Breeding for Resistance to Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV): an Overview of Conventional and Molecular Approaches. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 83-92. doi:10.17221/47/2008-CJGPB
- Salazar, L. (1996). *Los virus de la papa y su control*. Lima: Centro Internacional de la Papa.
- Saldarriaga, A., Bernal, J., & Tamayo, P. (1997). *Enfermedades del cultivo de tomate de arbol en Antioquia: Guia de reconocimiento y control*. Antioquia, Col.: Cofporación colombiana de

Investigación Agropecuaria, CORPOICA. Retrieved from <http://hdl.handle.net/20.500.12324/1159>

- Sargent, C., Martinson, H. M., & Raupp, M. J. (2014). Traps and Trap Placement May Affect Location of Brown Marmorated Stink Bug (Hemiptera: Pentatomidae) and Increase Injury to Tomato Fruits in Home Gardens. *Environmental Entomology*, 43, pp. 8. doi:10.1603/EN13237
- Sbravate, C., Campaner, M., Camargo, L., Conchon, I., Teixeira, M., & Camargo, E. (1989). Culture and generic identification of trypanosomatids of phytophagous Hemiptera in Brazil. *J. Protozool.* 36, 54–547.
- Schubert, J., Fomitcheva, V., & Sztan-Gret-Winiewska, J. (2007). Differentiation of Potato virus Y strains using improved sets of diagnostic PCR-primers. *J. Virol. Methods. Vol. 140*, 66-74. doi:10.1016/j.jviromet.2006.10.017
- Schuster, D. (2015). *Stink Bugs and Leaf-Footed Bugs*. Brochure for IPM Florida. Institute of Food and Agriculture Science Extension, Department of Entomology and Nematology Institute of Food and Agriculture Sciences Extension Publication No. ENY685. Gainesville, Florida, USA: University of Florida.
- Shukla, D., Ward, C., & Brunt, A. (1994). The Potyviridae. *CAB INTERNATIONAL*. doi:10.1111/j.1469-8137.1995.tb05732.x
- Soares, R., Kumar, L., Shabani, F., & Coutinho, M. (2019). Risk of spread of tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) in tomato crops under various climate change scenarios. *Agricultural Systems Vol. 173*, pp. 524-535. doi:10.1016/j.agsy.2019.03.020
- Souto, P., Abraços-Duarte, G., & Figueiredo, E. (2021). Fruit damage by *Dicyphus cerastii* and *Nesidiocoris tenuis* (Hemiptera: Miridae) on tomato. *Proceedings*. doi:10.3390/IECE-10363
- Strayer, A., Ying-Yu, L., Abrahamian, P., Timilsina, S., Paret, M., Momol, T., . . . Vallad, G. (2018). Advanced Copper Composites Against Copper-Tolerant *Xanthomonas perforans* and Tomato Bacterial Spot. *Phytopathology*, pp. 10. doi:10.1094/PHYTO-06-17-0221-R
- Tsompana, M., Abad, J., Purugganan, M., & Moyer, J. (2005). The molecular population genetics of the Tomato spotted wilt virus (TSWV) genome. *Molecular Ecology Vol. 14*, 53-66. doi:10.1111/j.1365-294X.2004.02392.x
- Tyler, L. (2023, Feb. 06). *Researchers Helping Protect Crops From Pests*. Retrieved from NATIONAL INSTITUTE OF FOOD AND AGRICULTURE: <https://www.nifa.usda.gov/about-nifa/blogs/researchers-helping-protect-crops-pests>
- Vallad, G., Pernezny, K., & Momol, T. (2010). A Series on Diseases in the Florida Vegetable Garden: Tomato. *University of Florida*, pp. 121. doi:10.32473/edis-pp121-2009
- Vizuete, B., Insuasti, M., Ochoa, J., & Ellis, M. (1990). Biological and Serological Characterization of Tree Tomato Virus Diseases in Ecuador. *INIAP*.

- Wiman, N., Parker, J., Rodriguez-Saona, C., & Walton, V. (2015). Characterizing damage of brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) in blueberries. *Journal Economy Entomology*, pp. 56-63. doi:10.1093/jee/tov036
- Xiao, Y., & Fadamiro, H. (2010). Evaluation of damage to satsuma mandarin (Citrus unshiu) by the leaf-footed bug, *Leptoglossus zonatus* (Hemiptera: Coreidae). *Journal of Applied Entomology* 134, pp. 694–703. doi:10.1111/j.1439-0418.2009.01497.x
- Zeilinger, A. R., Olson, D., Raygoza, T., & Andow, D. (2015). Do counts of salivary sheath flanges predict food consumption in herbivorous stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae). *Annals of the Entomological Society of America, Volume 108, Issue 2*, pp. 109–116. doi:10.1093/aesa/sau011

Anexos

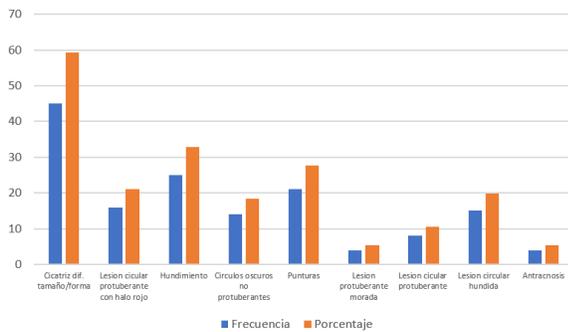
Anexo A: Formula n utilizada en este estudio.

Z	Nivel de confianza	91%	1.7
σ	Desviación estandar	0.5	
N	Poblacion	530	600
e	error	9%	0.09

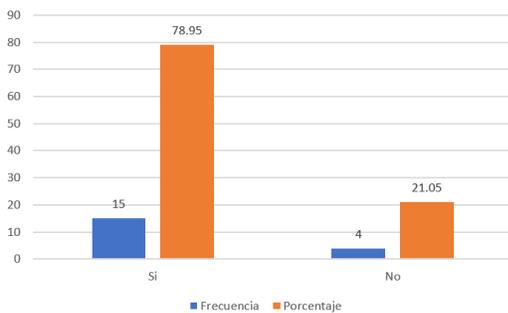
91%	1.7	2.89
0.5	0.5	0.25
9%	0.09	0.0081

Lote 1	382.925	5.0074
n=	76	
Lote 2	433.5	5.5744
n=	78	
TOTAL	154	

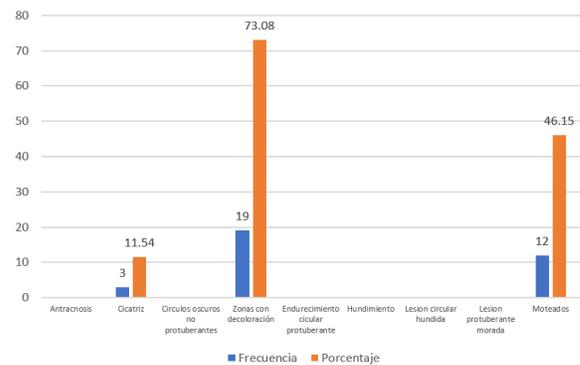
Anexo B: Figuras de daños descritos en frutos con mancha blanca y frutos aislados de *S. betaceum* de la Granja El Romeral lote antiguo.



1. Porcentaje de daños descritos en frutos de *s. betaceum* con mancha blanca en la Granja El Romeral - lote antiguo

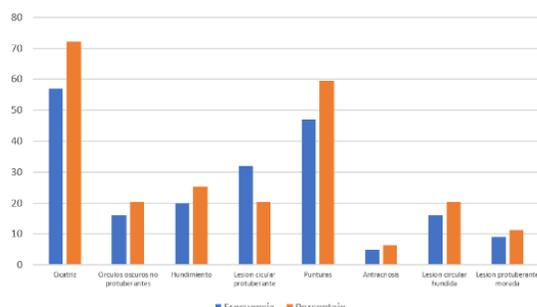


2. Porcentaje y frecuencia de frutos aislados de *s. betaceum* que presentaron mancha blanca - lote antiguo

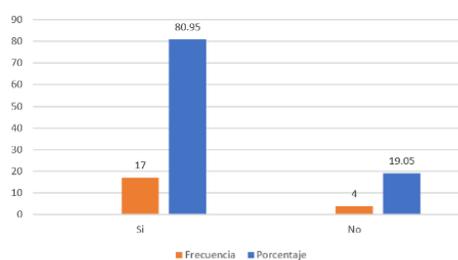


3. Porcentaje y frecuencia de daños observados en frutos aislados de *s. betaceum* que presentaron mancha blanca - lote antiguo

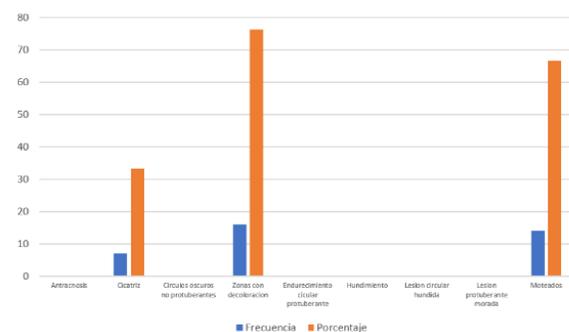
Anexo C: Figuras de daños descritos en frutos con mancha blanca y frutos aislados de *S. betaceum* de la Granja El Romeral lote nuevo.



1. Porcentaje de daños descritos en frutos de *S. betaceum* con mancha blanca en la Granja El Romeral - lote nuevo

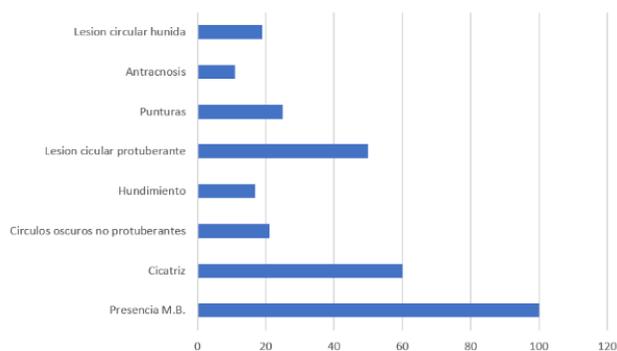


2. Porcentaje y frecuencia de frutos aislados de *S. betaceum* que presentaron mancha blanca - lote nuevo



3. Porcentaje y frecuencia de daños observados en frutos aislados de *S. betaceum* que presentaron mancha blanca - lote nuevo

Anexo D: Figuras de daños descritos en frutos de *S. betaceum* con mancha en los huertos de los productores locales, cantón Guachapala.

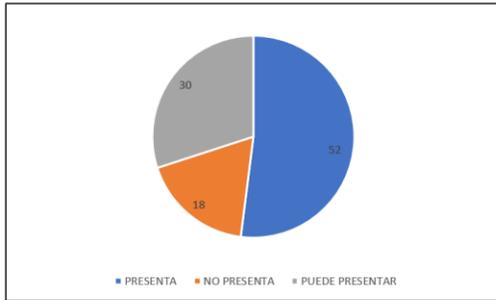


TOTAL	PRESENTA	Frutos moteados verdes	Frutos maduros moteados	Frutos sanos inmaduros	Frutos sanos maduros	mosca blanca	daño chinche	antracnosis
	52	361	307	1	12	43	22	16
	NO PRESENTA	Frutos moteados verdes	Frutos maduros moteados	Frutos sanos inmaduros	Frutos sanos maduros	mosca blanca	daño chinche	antracnosis
	18	0	0	7	144	14	5	2
	PUEDEN PRESENTAR	Frutos moteados verdes	Frutos maduros moteados	Frutos sanos inmaduros	Frutos sanos maduros	mosca blanca	daño chinche	antracnosis
	30	0	235	0	37	21	5	7
	100							

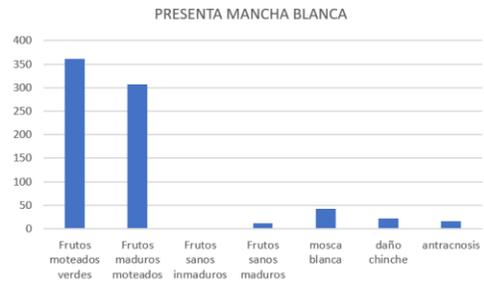
	Frutos moteados	Inmaduros (mancha blanca)	Maduros moteados
	903	361	542
	Frutos sanos	Inmaduros (sin mancha)	Maduros (sanos)
	201	8	193
Total	1104		

1. Frecuencia y porcentaje de daños descritos en frutos de *S. betaceum* con mancha blanca en los huertos de productores locales del cantón Guachapala.

Anexo E: Figuras de daños descritos en frutos de *S. betaceum* con, sin y que pueden presentar mancha blanca en los huertos de los productores locales, cantón Guachapala.



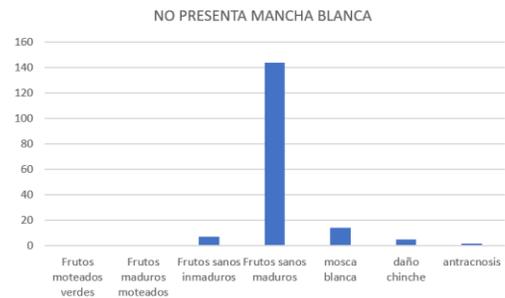
1. Porcentaje de frutos de *S. betaceum* con mancha blanca, frutos que no presentan m.b y frutos que pueden presentar m.b – lotes de productores locales, cantón Guachapala.



3. Porcentaje y frecuencia de frutos de *S. betaceum* que presentan mancha blanca – lotes de productores locales, cantón Guachapala.

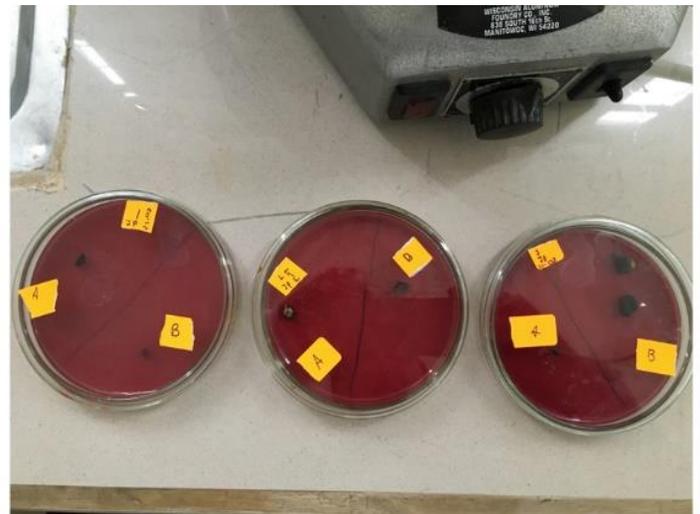


2. Porcentaje y frecuencia de frutos de *S. betaceum* que pueden presentar mancha blanca – lotes de productores locales, cantón Guachapala.



4. Porcentaje y frecuencia de frutos de *S. betaceum* que no presentan mancha blanca – lotes de productores locales, cantón Guachapala.

Anexo F: Cultivo de tejidos de frutos de *S. betaceum* con mancha blanca en agar sangre, no se observó crecimiento de microorganismos.



Anexo G: Comparación de frutos afectados con mancha blanca y estudios con virosis en frutos de *S. betaceum*.



A. Estudios con frutos infectados con virosis en *Solanum betaceum*.



B. Frutos que presentaron mancha blanca, en estado de cosecha de la granja El Romeral y lotes de productores locales.