

Situación actual, impacto económico y control del Huanglongbing en Tamaulipas

Yazmin Guadalupe Zapata Contreras

Jazminzapata28@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-9605-0082>

Universidad Autónoma de Tamaulipas
Tamaulipas, México

Eduardo Osorio Hernández

eosorio@docentes.uat.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-9248-8167>

Universidad Autónoma de Tamaulipas

José Hugo Silva-Espinosa

hsilva@docentes.uat.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-5944-3784>

Universidad Autónoma de Tamaulipas

Rafael Delgado Martínez

rdelgado@docentes.uat.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0001-9945-5985>

Universidad Autónoma de Tamaulipas

Raúl Rodríguez Herrera

raul.rodriguez@uadec.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-6428-4925>

Universidad Autónoma de Coahuila

Ricardo Álvarez-Ramos

rialra@yahoo.com

Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Tamaulipas

RESUMEN

El objetivo de la presente revisión es describir la situación actual, impacto económico y manejo del Huanglongbing (HLB) en Tamaulipas. A nivel nacional, el Estado ocupa el segundo lugar en producción de cítricos con 719 mil t conformadas principalmente por naranja, limón y toronja, sin embargo, el primer reporte de la bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus* causante de la enfermedad del HLB o enverdecimiento de los cítricos en muestras vegetales se reportó en diciembre de 2015, en una huerta comercial de Padilla y en huertas de traspatio de los municipios de Bustamante, Madero, Jaumave, Palmillas, Tula, Victoria y Xicoténcatl. Actualmente, el HLB está presente en 9

municipios, de los cuales el que presenta mayor número de árboles positivos y poblaciones de psilidos es el municipio de Llera de Canales. Sin embargo, en el Estado no se cuenta con registros oficiales de árboles infectados, pérdidas en la producción y afectación de las huertas. De igual manera, no se realiza un control directo de la bacteria en el árbol, solamente en el vector a través de la aplicación de insecticidas y el monitoreo de las poblaciones. Por lo tanto, es necesario definir el estatus actual del patógeno en la Entidad a través de la cuantificación de árboles infectados y la cuantificación de la producción.

Palabras clave: bacteria; cítricos; pérdidas; psilido; impacto

Current situation, economic impact and control of

Huanglongbing in Tamaulipas

ABSTRACT

The objective of this review is to describe the current situation, economic impact and management of Huanglongbing (HLB) in Tamaulipas. At the national level, the State ranks second in citrus production with 719 thousand tons made up mainly of orange, lemon and grapefruit, however, the first report of the *Candidatus Liberibacter asiaticus* bacteria that causes the HLB disease or citrus greening in plant samples it was reported in december 2015, in a commercial garden in Padilla and in backyard gardens in the municipalities of Bustamante, Madero, Jaumave, Palmillas, Tula, Victoria and Xicoténcatl. Currently, the HLB is present in 9 municipalities, of which the one with the highest number of positive trees and populations of psilids is the municipality of Llera de Canales. However, the State does not have official records of infected trees, losses in production and damage to orchards. In the same way, there is no direct control of the bacteria in the tree, only in the vector through the application of insecticides and the monitoring of the populations. Therefore, it is necessary to define the current status of the pathogen in the Entity through the quantification of infected trees and the quantification of production.

Key words: citrus; control; bacterium; losses; impact

Artículo recibido: 15 enero 2022

Aceptado para publicación: 08 febrero 2022

Correspondencia: Jazminzapata28@gmail.com

Conflictos de Interés: Ninguna que declarar

INTRODUCCIÓN

La citricultura en México se practica en 26 entidades federativas, en una superficie total de 570 mil ha, donde se obtiene una producción de 7.8 millones de t (SIAP, 2019). A nivel nacional, el estado de Tamaulipas ocupa el segundo lugar en producción de cítricos con 719 mil t conformadas principalmente por naranja, limón italiano y toronja (SIAP, 2019). Así mismo, los cítricos presentan una importante distribución en forma fresca, destinada para mercado, además, productos procesados como jugo, concentrados, pulpa y esencias además la corteza de cítricos sirve como ingrediente para la producción de alimentos para ganado (Spreen, 2020). Sin embargo, el sector citrícola está en riesgo por la presencia del huanglongbing (HLB) o dragón amarillo, el cual fue detectado por primera vez en el Municipio de Tizimín, Yucatan en julio de 2009, la enfermedad ha sido detectada en 14 de los 26 estados cítricos del país (Diaz-Padilla *et al.*, 2014) incluyendo Tamaulipas (SENASICA, 2020). Las pérdidas económicas por la bacteria pueden ascender hasta miles de millones de dólares anualmente (Pang *et al.*, 2020). El patógeno causante del HLB es la bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus*, se aloja en el floema de la planta haciendo una sobreproducción de almidón (Suh *et al.*, 2018). Por otro lado, induce cambios en los metabolitos secundarios y reduce la absorción de nutrientes, principalmente manganeso, zinc, potasio y cobre (Gómez-Flores *et al.*, 2019). Además, reduce el crecimiento y desarrollo de la planta (Li *et al.*, 2018) y se presentan síntomas como: moteado asimétrico en las hojas, menor tamaño de fruto, inversión de color de la maduración, engrosamiento de cáscara, menor contenido de sólidos solubles y aborto de semillas (Dala-Paula *et al.*, 2019). La bacteria se disemina a través del psílido *Diaphorina citri* (Ruiz-Galvan *et al.*, 2015) se encuentra en las glándulas salivales del psílido, llega al sistema radicular de la planta por medio de los tubos cribosos del floema (Sáenz *et al.*, 2019). Además, la bacteria tiene la capacidad de tolerar temperaturas superiores a 30 °C (Ferrarezi *et al.*, 2020). Por otro lado, la transmisión de *Candidatus Liberibacter asiaticus* puede ocurrir por inoculación de injerto de yemas contaminadas y principalmente por el vector psílido asiático de los cítricos (Nehela y Killiny, 2020).

Cabe mencionar que el primer registro del vector se presentó en el año 2002, en el estado de Campeche (SINAVEF, 2010). Posteriormente, el Diario Oficial de la Federación publicó la norma NOM-EM-047-FITO; donde se establece prevenir el riesgo de introducción y dispersión del Huanglongbing (HLB) de los cítricos (*Candidatus*

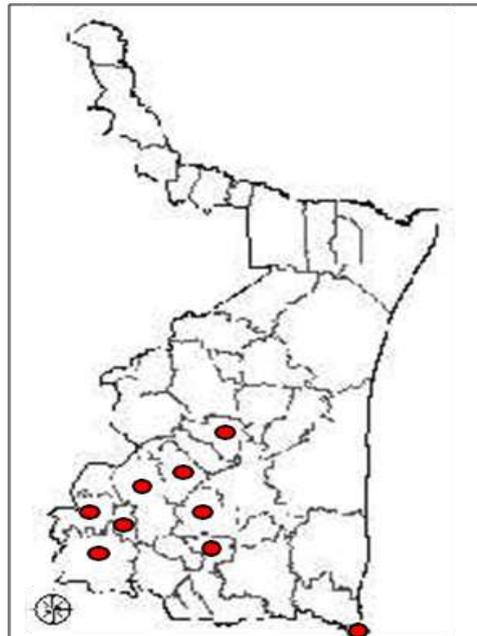
Liberibacter spp.) dentro del territorio nacional así mismo acciones fitosanitarias de análisis y certificación en la importación de material vegetal y frutos de cítricos (DOF, 2009).

A principios de año las poblaciones de psílido asiático aumenta ya que las condiciones son favorables para su desarrollo y se deben aplicar insecticidas como imidacloprid, abamectina, dimetoato, clorpirifos, malation, cipermetrina, deltametrina, betaciflutrina, spinotetramat, spinetoram, oxamyl, ácidos tricarbóxicos, ometoato, sulfoxaflor y aceites minerales para mantener las poblaciones en un porcentaje bajo (Ruiz-Galván *et al.*, 2015).

Situación actual del HLB en Tamaulipas

En Tamaulipas, *Diaphorina citri* se detectó por primera vez en julio del 2003, en plantas de limón mexicano en Cd. Victoria (Ruíz-Cancino *et al.*, 2004). Posteriormente, Villegas-Mendoza *et al.* (2012) observaron la presencia del vector en el 65% de los municipios, pero el diagnóstico de los vectores resultó negativo a la bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus*, no obstante, en junio de 2014 se detectaron psílicos positivos en los municipios de Jaumave, Madero, Reynosa y Río Bravo (SIRVEF, 2018). La presencia del insecto vector es de suma importancia ya que si se disemina en material vegetal infectado se infectarán las especies de cítricos con grandes consecuencias (Balboa *et al.*, 2012) En Tamaulipas, la primera detección de material vegetal positivo de HLB se realizó en el año 2015 en una huerta comercial del municipio de Padilla, posteriormente se encontró en los municipios de (Figura 1): Bustamante, Jaumave, Madero, Palmillas, Tula, Victoria y Xicoténcatl en huertos de traspatio en el año 2016 (SIRVEF, 2018). Para la detección de HLB se utiliza la prueba de reacción en cadena de la polimerasa (q-PCR, por sus siglas en inglés: Polymerase Chain Reaction) y la inspección de manera visual (Garza-Saldaña *et al.*, 2017) Por otro lado, El Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Tamaulipas (CESAVETAM) menciona que hay un daño estimado de 2500 ha donde los principales municipios productores como Güémez, Padilla, Victoria, Hidalgo y Llera cuentan con la detección positiva de la bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus*. Cabe señalar que, en enero del 2020 se detectaron dos casos positivos de HLB en huertas de traspatio de limón mexicano en el municipio de Aldama.

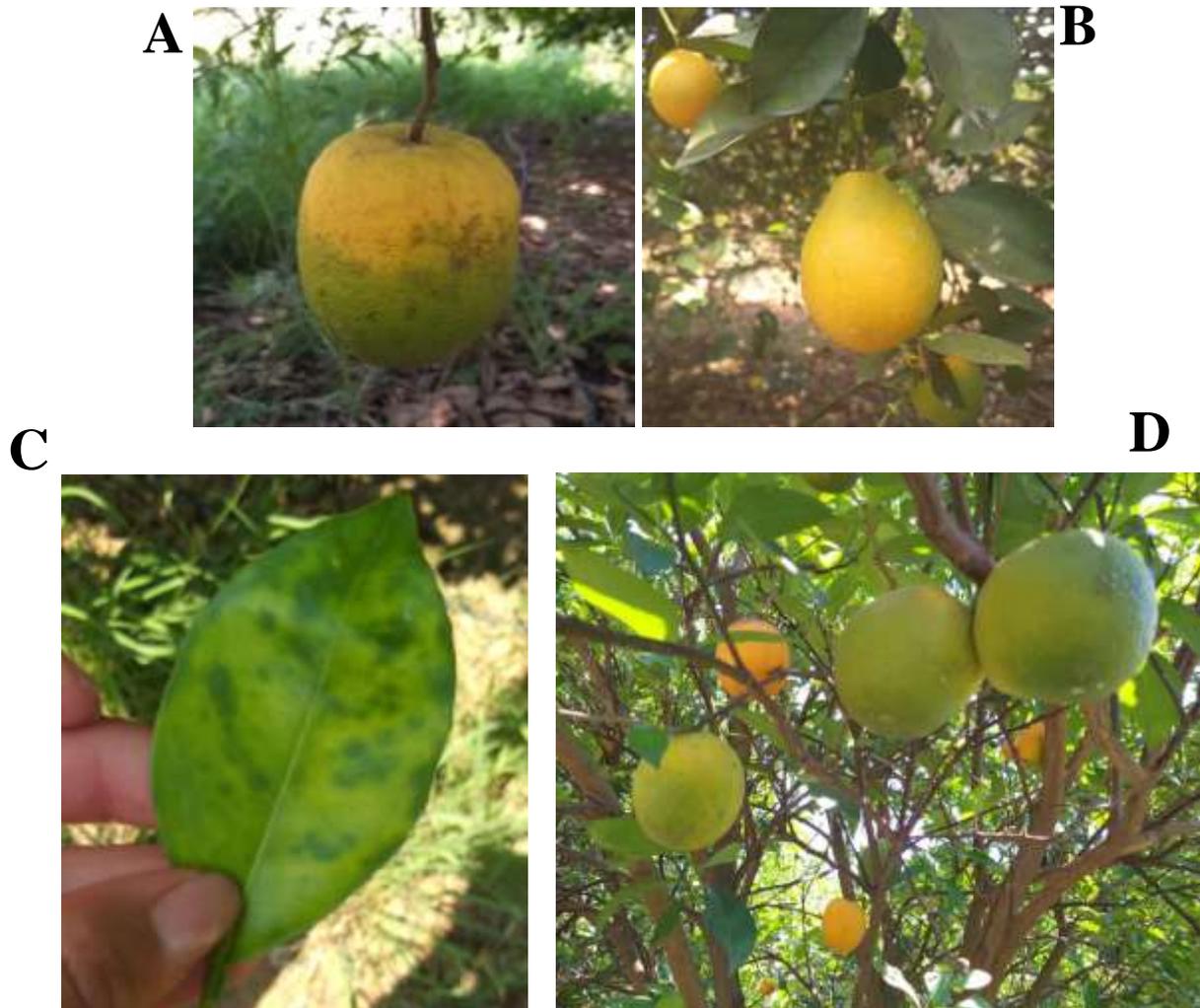
Figura 1. *Distribución del HLB en Tamaulipas. Fuente: (SIRVEF, 2018).*



El Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Tamaulipas (CESAVETAM), afirma que en gran parte de la región citrícola se ha presentado la sintomatología de la enfermedad (Figura 2 a,b,c,d) y se presenta con mayor frecuencia en huertas jóvenes en comparación con huertas mayores de 40 años. Se ha detectado que en el municipio de Llera de Canales y en la zona interejidal de Victoria se ha detectado mayor severidad en los síntomas donde se han cosechado frutos con inversión de color en la maduración, presentando tonalidades verdes e inmaduros ocasionando la caída prematura del fruto (CNT, 2020), así como un moteado asimétrico en las hojas, mal formación de los frutos, poco crecimiento, lo que ocasiona que esa fruta sea desechada, deformaciones de frutos, sabor amargo en los frutos y se reporta que los árboles infectados por la bacteria pueden vivir de 5 a 8 años (Villegas-Mendoza *et al.*, 2012).

Es importante mencionar que en el municipio de Llera de canales se producen alrededor de 10000 a 15000 t de fruta y se estima que las pérdidas causadas por la bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus* son superiores al 15%. Es necesario contar con diferentes alternativas para el control de esta enfermedad, ya que existe escasa información en la zona citrícola de Tamaulipas (Varela *et al.*, 2013).

Figura 2. Sintomatología de Huanglongbing.



A: fruto enfermo de menor tamaño y maduración irregular (izquierda); B: fruto enfermo malformado; C: hojas con manchas de distintas tonalidades verdes e irregulares defoliación y menor producción de fruto; D: frutos enfermos con diferentes maduraciones en el árbol.

Impacto económico del HLB en Tamaulipas

El Estado de Tamaulipas destina más de 43 mil ha para la producción cítrica donde se producen 718,856.6 t de cítricos (Cuadro 1) con un valor de la producción superior a los \$2.2 mil millones de pesos (SIACON, 2018). Los principales municipios productores de cítricos son Hidalgo, Victoria, Llera (Vanoye-Eligio *et al.*, 2015) Güémez y Padilla donde la fruta es seleccionada, almacenada y distribuida (Barrón-Bravo *et al.*, 2020). Sin embargo, la naranja que presenta el enverdecimiento característico de la enfermedad no

cumple con los estándares de comercialización a nivel nacional y finalmente se destina para la industria juguera.

La Unión de Citricultores de Tamaulipas mencionan que no se han cuantificado las pérdidas de producción pues los brotes de la enfermedad están presentes en zonas pequeñas (CNT, 2020). De igual manera, no se han contabilizado los gastos para el control del vector *Diaphorina citri* y se desconoce el grado de afectación en las huertas.

Tabla 1. Superficie sembrada de cítricos y valor de la producción en el estado de Tamaulipas

Espece	Superficie Sembrada (ha)	Producción (t)	Valor de producción (miles de pesos)
Naranja	33273.36	570884.6	1289588.72
Limón italiano	6627.35	95505.9	756633.4
Toronja	2210.95	39911.7	144516.5
Mandarina	873.91	4556.7	11427.3
Limón mexicano	561.17	6881.2	26185.8
Limón Persa	15	1116.6	6710.3
TOTAL	43571.64	718856.6	2235062.1

Fuente: Elaboración propia con datos de SIACON (2018).

Sin embargo, en la cuantificación de posibles impactos del HLB en la cadena citrícola tamaulipeca (Tabla 2) los cultivos de naranja, toronja y mandarina presentan la mayor afectación en los tres niveles de impacto (bajo, medio y alto). Por el contrario, el limón mexicano, persa y el italiano muestran menores pérdidas. En un panorama de bajo impacto por HLB las pérdidas en producción alcanzan un 29.5%, es decir 212,665 t y en el medio impacto 37.8% (16,762.9 t).

En el peor de los casos si no se toman las medidas necesarias para el control del HLB en el alto impacto; las pérdidas de producción se proyectarán en 47.5% (341,309.2 t) y se perderán más de 1,000 millones de pesos en el valor de la producción. En el mismo sentido, los cultivos de naranja y toronja alcanzarán pérdidas de 52.7% cada uno. Sin embargo, el 91.5% del valor de la producción depende en gran medida de los cultivos de naranja y limón italiano al aportar 2,000 millones de pesos.

Es importante señalar que los árboles sintomáticos se eliminan tan pronto como dan positivo a dicha enfermedad por lo cual no es sencillo recabar información precisa de las pérdidas de rendimiento que causa el HLB (Maltos-Buendía *et al.*, 2020).

Tabla 2. Pérdidas potenciales de producción por especie cítrica bajo tres esquemas de impacto en el estado de Tamaulipas.

Especie	Producción Estatal (t)	Impacto bajo		Impacto medio		Impacto alto		Producción	
		Pérdida Potencial por HLB (t)	Pérdida %	Pérdida Potencial por HLB (t)	Pérdida %	Pérdida Potencial por HLB (t)	Pérdida %	Valor de la producción (miles de pesos)	Valor %
Limón mexicano	6881.2	688.1	10	963.4	14	1211.1	17.6	26185.8	1.17
Limón persa	1116.6	111.7	10	156.3	14	196.5	17.6	6710.3	0.3
Limón italiano	95505.9	9550.6	10	13370.8	14	16809	17.6	756633.4	33.85
Naranja	570884.6	188391.9	33	239771.5	42	300856.2	52.7	1289588.7	57.7
Mandarina	4556.7	751.8	16.5	956.9	21	1203	26.4	11427.3	0.51
Toronja	39911.7	13170.9	33	16762.9	42	21033.5	52.7	144516.5	6.47
Total de cítricos	718856.6	212665	29.5	271981.8	37.8	341309.2	47.5	2235062.1	100

Fuente: Elaboración propia con base en Salcedo-Baca *et al.* (2010), SIACON (2018) y SENASICA (2019).

En el estado se cuenta con más de 4,500 citricultores (SDRET, 2017) por lo tanto, las pérdidas por el HLB también repercuten en el ingreso económico de la familia de los citricultores y en el resto de la cadena productiva cítrica. Además, la citricultura tamaulipeca en un año genera más de 600 mil empleos únicamente por concepto de pesca de naranja (SDRET, 2017). Así mismo, transportistas, empacadores, procesadores y comerciantes (Pantoja y Flores, 2018). Para el combate del vector del HLB y continuar con la producción cítrica se importan insumos agrícolas (herbicidas, insecticidas y fertilizantes); sin embargo, estos se encarecen debido a la clara desventaja del peso mexicano contra el dólar (Galván-Vela y Santos-González, 2019). Por otro lado, se ha empleado el uso de inductores de resistencia como fosetil aluminio y vacciplant Max que han tenido como resultados favorables contra esta enfermedad (Zapata-Contreras *et al.*, 2021).

Acciones preventivas y de control del HLB

Actualmente, el HLB no tiene cura y se carece de un manejo sostenible para la enfermedad (Pitino *et al.*, 2020), solamente en el transcurso de 2019 se eliminaron más de 500 árboles en la Entidad. Por lo tanto, para evitar la dispersión y monitorear la

enfermedad Tamaulipas cuenta con 13 zonas bajo control fitosanitario (Figura 3), distribuidas en los municipios de Bustamante, Casas, Cd. Madero, Güémez, Jaumave, Llera, Mainero, Miquihuana, Padilla, Palmillas, Tula, Victoria y Xicoténcatl (SENASICA, 2020b). Es decir, un 25% de los municipios del estado. Ante la problemática, productores citrícolas de Tamaulipas, Nuevo León, San Luis Potosí y Veracruz analizan el avance de la enfermedad y gestionan apoyos ante el Gobierno Federal para trabajar de manera conjunta en el control del HLB. Los productores han sobrellevado la situación y realizan fertilizaciones para disminuir la severidad del HLB (CNT, 2020).

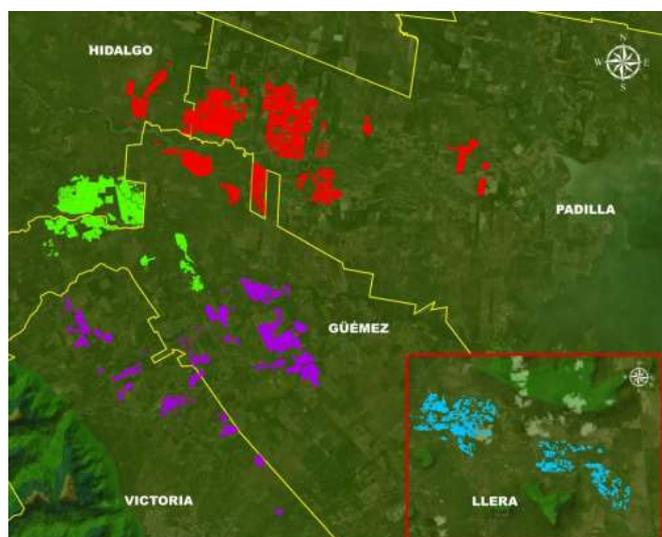
Figura 3. Zonas bajo control fitosanitario en Tamaulipas. Fuente: SENASICA (2020).



El CESAVETAM, genera, implementa y transfiere tecnología en beneficio del sector citrícola ante la problemática del HLB, coordina y dirige las áreas de manejo epidemiológico fitosanitario (AMEFI's) principalmente se basan en la organización de productores, así como el monitoreo del insecto vector *Diaphorina citri* para poder determinar los momentos en los cuales es necesario hacer un control químico o biológico para tratar de disminuir la población mediante estas dos acciones, el monitoreo permite detectar focos de infestación es decir sitios donde de forma anormal se presentan poblaciones elevadas de *Diaphorina citri*. El monitoreo se realiza en la periferia de los huertos, las trampas se colocan en el lado sureste, se leen cada 14 días y se lleva un registro en tiempo real en un sistema que se llama sistema de monitoreo de *Diaphorina*

citri, así mismo se registra en formatos de campo que van a permitir realizar tipos de control oportunos. Una AMEFI's comprende una superficie de 1000 ha y está delimitado por distintas variables como condiciones climáticas, número y susceptibilidad de hospederos, abundancia y distancia entre los focos de infección, carga de inóculo y orientación del viento dominante. Una vez delimitado, se programan y aplican insecticidas para el control de las poblaciones del psílido asiático (García-Méndez *et al.*, 2019). Actualmente, el estado de Tamaulipas cuenta con cuatro AMEFI's (Figura 4): AMEFI's 1 (Güémez, Hidalgo y Padilla), AMEFI's 2 (Güémez e Hidalgo), AMEFI's 3 (Güémez y Victoria) y AMEFI's 4 (Llera). En conjunto, se muestrean 86 localidades repartidas en 5 municipios. En cada una las localidades que conforman una AMEFI's se monitorean el psílido asiático para medir sus niveles poblaciones, evaluar la efectividad de la aplicación de productos químicos y biológicos e identificar focos de infección. El monitoreo del vector es mediante trampas pegajosas amarillas de 24.5 por 11.5 cm y cada una cuenta un código QR que contiene ubicación de la huerta, número de trampa, entre otros datos (CESAVETAM, 2020).

Figura 4. *Distribución de AMEFI's en el estado de Tamaulipas. Fuente: CESAVETAM (2020).*

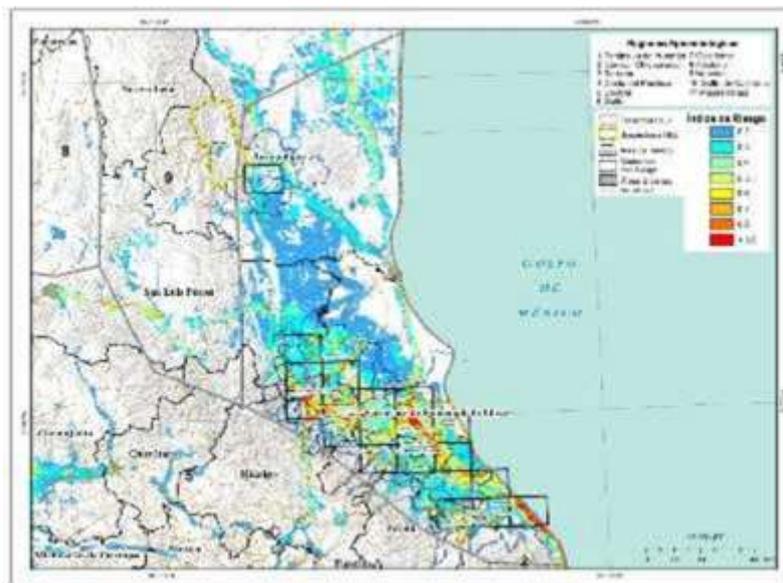


Riesgo potencial del HLB en Tamaulipas

El Laboratorio Nacional de Geoprocusamiento de Información Fitosanitaria (LaNGIF) en su plataforma digital de vigilancia de los cítricos divide el país en seis regiones de riesgo, los estados de Veracruz, Tamaulipas y una parte de San Luis Potosí conforman la Región Golfo (Figura 5). Esta región presenta un total de 19 GRID's de mayor riesgo, uno de

ellos ubicado en Tamaulipas, debido a condiciones ecológicas óptimas que facilitan la presencia de la enfermedad, pues el índice de riesgo que se presenta en el estado es mayor a 0.5. Las vías de comunicación cercanas provocan una mayor rapidez de expansión de la enfermedad el principal riesgo inicia con el ciclo de vida del psílido hasta la inoculación e incubación de la bacteria en la planta en menos de 8 meses, en este periodo aumenta el riesgo de contagio por el flujo del viento, de plantas y de maquinaria e implementos agrícolas, especialmente los que se emplean en la cosecha (LaNGIF, 2020).

Figura 5. Riesgo potencial para HLB. Región Golfo. Fuente: LANGIF (2020).



CONCLUSIÓN

La mayoría de las investigaciones científicas del HLB en el Estado de Tamaulipas están enfocadas al control del vector y no al control de la bacteria en la planta. Así mismo, no se cuenta con un registro de árboles infectados y pérdidas en la producción. Por lo tanto, es necesario recabar estos datos e implementar la evaluación de compuestos (botánicos, minerales y químicos) para el control del patógeno en el árbol y con ello visualizar el estatus actual del patógeno en la Entidad para generar transferencia de tecnología en el cultivo de cítricos y producir variedades resistentes y aminorar las pérdidas de producción.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad De Ingeniería y Ciencias perteneciente a la Universidad Autónoma de Tamaulipas.

Al Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Tamaulipas (CESAVETAM)

LISTA DE REFERENCIAS

- Balboa, E. R., Fuentes, S. V., Aguirre, G. S., Encinia, F. B., Gómez, A. H., & Pérez, M. R. (2012). fluctuación poblacional del psílido asiático (*Diaphorina citri* Kuwayama) en naranjo 'valencia' (*Citrus sinensis* L. OSB.) en Hidalgo, Tamaulipas. Academia Tamaulipeca de Investigación Científica y Tecnológica AC (ATICCTAC). Libro de Memorias del 23 Encuentro Nacional de Investigación Científica y Tecnológica del Golfo de México., 23.
- Barron-Bravo, O. G., J. S. G. J. Alcalá-Rico, E. Mireles-Rodríguez y M. Felipe-Victoriano. (2020). Caracterización y problemáticas de las unidades de producción familiar de cítricos en Ilera, Tamaulipas. *Ciencia e Innovación* 3:243-250.
- Centro Noticias Tamaulipas (CNT). (2020). Se extiende dragón amarillo a toda la zona citrícola. Disponible en: <https://cntamaulipas.mx/2020/03/06/se-extiende-dragon-amarillo-a-toda-la-zona-citricola/>
- Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Tamaulipas (CESAVETAM). (2020). Campaña contra el Huanglongbing de los cítricos. Disponible en: <https://www.producetamaulipas.net/descargas/Campa%C3%B1a%20Huanglongbing%20citriscos.pdf>
- Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Tamaulipas (CESAVETAM. 2017). Programa de trabajo contra huanglongbing de los cítricos, del incentivo de promoción de plagas fitosanitarias reglamentadas del programa de Sanidad e Inocuidad Agrolimentaria 2017 del Estado de Tamaulipas. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/303703/Huanglongbing_de_los_citriscos.pdf
- Dala-Paula, B. M.; Plotto, A.; Bai, J.; Manthey, J. A.; Baldwin, E. A.; Ferrarezi, R. S. and Gloria, M. B.A. (2019). Effect of Huanglongbing or Greening Disease on Orange Juice Quality, a Review. *Plants Science*, 9:1-19. Doi: 10.3389/fpls.2018.01976
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2009. Norma oficial de emergencia NOM-EM-047-FITO-2009, por la que se establecen acciones fitosanitarias para mitigar el riesgo de introducción y dispersión del Huanglongbing (HLB) de los cítricos (*Candidatus Liberibacter* spp.) en el territorio nacional. p. 8-15. Diario Oficial de

la Federación (DOF), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México DF, México.

<http://www.aduanas-mexico.com.mx/claa/ctar/normas/nm047afi.htm>

Díaz-Padilla, G., J. López-Arroyo, I. Sánchez-Cohen, R. Guajardo-Panes, G. Mora-Aguilera y J. Quijano-Carranza. (2014). Áreas de abundancia potencial en México del vector del huanglongbing, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae).

Revista mexicana de Ciencias Agrícolas 5:1137-1153.

Ferrarezi, R. S., C. I. Vincent, A. Urbaneja and M. A. Machado. (2020). Editorial: Unravelling Citrus Huanglongbing Disease. *Frontiers in Plant Science* 11:1-3.

Varela F., S. E., Balboa, E. R., Pérez, M. R., Aguirre, G. S., y Gómez, A. H. (2012). Alternativas de control químico para *Diaphorina citri* en la zona centro de Tamaulipas. Academia Tamaulipeca de Investigación Científica y Tecnológica AC (ATICTAC). Libro de Memorias del 23 Encuentro Nacional de Investigación Científica y Tecnológica del Golfo de México., 47.

Galván-Vela, E. y Santos-González, G. (2019). Análisis de la elasticidad del precio y ventaja comparativa revelada del sector de cítricos en México. *Mercados y Negocios*. 20(39):87-104.

García-Méndez, V. H.; Ortega-Arenas, L. D.; Villanueva-Jiménez, J. A. y Osorio-Acosta, F. (2019). Resistencia de *Diaphorina citri* Kuwayama a Insecticidas en Cinco Áreas Regionales de Control en México. *Southwestern Entomologist*. 44(4):947-954. Doi: 10.3958/059.044.0415

Garza-Saldaña, J.J., Varela-Fuentes, S., & Gómez-Flores, W. (2017). Métodos para la detección presuntiva de Huanglongbing (HLB) en cítricos. *CienciaUAT* 11: 93-104.

Gómez-Flores, W.; Garza-Saldaña, J. J. and Varela-Fuentes, S. E. (2019). Detection of huanglongbing disease based on intensity-invariant texture analysis of images in the visible spectrum. *Computers and Electronics in Agriculture*. 162(7):825–835. Doi: 10.1016/J.COMPAG.2019.05.032

Laboratorio Nacional de Geoprocesamiento de Información Fitosanitaria (LaNGIF). (2020). Plataforma digital de vigilancia de los cítricos. <http://langif.uaslp.mx/desarrollo/hlb2.0/index.php?do=Golfo#>

- Li, J.; Li, L.; Kolbasov, V.; Ehsani, R.; Carter, E. and Wang N. (2018). Developing citrus Huanglongbing management strategies based on the severity of symptoms in HLB-endemic citrus-producing regions. *Phytopathology*. 109(4):582-592. Doi: 10.1094/PHTO-08-18-0287-R
- Maltos-Buendía, J., S. P. Maciel T., I. Franco-Gaytán, E. Hernández-Leal, C. M. Ramos C. y A. Hernandez-Rivera. (2020). Efectividad del almacenamiento en frío en la calidad interna de frutos de limón mexicano con huanglongbing. *Ciencia e Innovación* 3:513-519.
- Nehela, Y., & Killiny, N. (2020). Revisiting the complex pathosystem of huanglongbing: Deciphering the role of citrus metabolites in symptom development. *Metabolites*, 10(10), 409.
- Pang, Z., Zhang, L., Coaker, G., Ma, W., He, S. Y., & Wang, N. (2020). Citrus CsACD2 is a target of *Candidatus Liberibacter asiaticus* in Huanglongbing disease. *Plant physiology*, 184(2), 792-805.
- Pantoja Z., G. M. y F. Flores V. 2018. El sector cítrico de Nuevo León: caracterización del sistema agroalimentario como plataforma de integración del productor con la agroindustria. *Region y sociedad* 30: 1-47.
- Pitino, M.; Sturgeon, K.; Dorado, C.; Cano, L. M.; Manthey, J. A.; Shatters Jr, R. G. and Rossi, L. 2020. Quercus leaf extracts display curative effects against *Candidatus Liberibacter asiaticus* that restore leaf physiological parameters in HLB-affected citrus trees. *Plant Physiology and Biochemistry*. 148(3):70-79. Doi: 10.1016/j.plaphy.2020.01.013
- Ruíz-Cancino, E.; Coronado-Blanco, J. M. and Myartseva, S. N. (2004). The Asian citrus psyllid in Mexico. In 52nd Annual meeting of the Entomological Society of America, 14–17 November 2004, Salt Lake City, Utah. Entomological Society of America, Salt Lake City, Utah.
- Ruiz-Galván, I., N. Bautista-Martínez, H. Sánchez-Arroyo, F. A. Valenzuela E. (2015). Control químico de *Diaphorina citri* (Kuwayama) (Hemiptera: Liviidae) en lima persa. *Acta zoológica mexicana* 31:41-47.
- Sáenz P, C. A., E. Osorio H., B. Estrada D., W. A. Poot P., R. Delgado M. y R. Rodríguez H. (2019). Principales enfermedades en cítricos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 10:1653-1665.

- SDRET. (26 de abril de 2017). Secretaria de desarrollo rural. Obtenido de <https://www.tamaulipas.gob.mx/desarrollorural/>:<https://www.tamaulipas.gob.mx/desarrollorural/2017/04/tamaulipas-segundo-lugar-a-nivel-nacional-en-produccion-de-citricos/>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2019). Avance de Siembras y Cosechas. Resumen nacional por cultivo. http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.dox
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). (2020). Mapa Dinámico Fitosanitario. Disponible en: <http://sinavef.senasica.gob.mx/mdf/>
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). 2019b. Sexto informe mensual campaña contra plagas reglamentadas de los cítricos.https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/490091/Sexto_informe_mensual_PRC_2019.pdf
- Sistema Integral de Referencia para la Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria (SIRVEF). (2018). Huanglongbing, análisis epidemiológico Tamaulipas.<https://prod.senasica.gob.mx/SIRVEF/ContenidoPublico/HLB/Infografias/Tamaulipas.pdf>
- Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON). (2018).<https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>
- Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria (SINAVEF). (2010).<http://langif.uaslp.mx/desarrollo/hlb2.0/AET/001.pdf>
- Spreen, T. H., Z. Gao, W. Fernandes and M. L. Zansler. (2020). Global economics and marketing of citrus products In: Talón, M., M. Caruso and F. G. Gmitter. (Eds.). The Genus Citrus. Elsevier. España. pp:471-493.
- Suh, J. H.; Niu, Y. S.; Wang, Z.; Gmitter, F. G. and Wang, Y. (2018). Metabolic analysis reveals altered long-chain fatty acid metabolism in the host by huanglongbing disease. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 66(5):1296–1304. Doi: 10.1021/acs.jafc.7b05273
- Torres-Pacheco, I., López-Arroyo, J. I., Aguirre-Gómez, J. A., Guevara-González, R. G., Yáñez-López, R., Hernández-Zul, M. I., & Quijano-Carranza, J. A. (2013).

- Potential distribution in Mexico of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) vector of Huanglongbing pathogen. Florida Entomologist, 36-47.
- Vanoye-Eligio, V., R. Perez-Castañeda, G. Gaona-Garcia, M. Lara-Villalon y L. Barrientos L. (2015). Fluctuación poblacional de *Anastrepha ludens* en la región de Santa Engracia, Tamaulipas, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 6:1077-1091.
- Varela F., S. E., R., Camacho C., F. Briones E., J. A., López S. (2013). Aceites agrícolas para el control de *Diaphorina citri* (hemiptera: psyllidae) en limón italiano de Tamaulipas. Memoria 25° Encuentro Nacional de Investigación Científica y Tecnológica del Golfo de México.
- Villegas-Mendoza, J. M.; Rosas-García, N. M.; Míreles-Martínez, M. y Rivera-Sánchez, G. (2012). Colecta de *Diaphorina citri* (hemiptera: psyllidae) en el Estado de Tamaulipas en huertas comerciales de cítricos y traspatios.
- Zapata Contreras, Y., Osorio Hernandez, E., Silva Espinosa, J. H., Saénz Pérez, C. A. y Segura Martínez, M. T. de J. (2021). Resistance inducers and organic fertilizer in *Citrus sinensis* [L.] Osbeck infected with Candidatus Liberibacter asiaticus bacteria. Agro Productividad. <https://doi.org/10.32854/agrop.v14i8.1945>