
Control de *Candidatus Liberibacter solanacearum* y su vector *Bactericera cockerelli* en tomate de árbol (*Solanum betaceum*)

Control of Candidatus Liberibacter solanacearum and Its Vector Bactericera cockerelli in Tree Tomato (Solanum betaceum)

Emerson Javier Jácome Mogro¹, Cristian Santiago Jiménez Jácome¹, Jácome Quiroz Luis Fernando¹, Diego Mauricio Auz Carvajal²

¹Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, La Matriz, Salache, Ecuador.

²Agrocalidad Cotopaxi. Latacunga, Avenida Atahualpa y Santiago Zamora

Resumen

El tomate de árbol posee grandes cualidades que aportan una serie de beneficios en la nutrición y salud humana, por lo cual el presente estudio fue elaborado a una altitud de 2.710 m.s.n.m. Teniendo como objetivos: estudiar el comportamiento de *Candidatus Liberibacter solanacearum* y determinar el impacto ambiental ocasionado en el control del vector *Bactericera cockerelli* en los ecotipos de tomate de árbol (*Solanum betaceum*). En la parte metodológica se realizó un análisis estadístico de componentes principales ACP para determinar las variables determinantes del comportamiento de los ecotipos, para identificar la infestación de *Candidatus Liberibacter solanacearum* se utilizaron pruebas PCR se, el impacto ambiental se evaluó usando la matriz de Leopold. En la etapa de desarrollo del tomate de árbol los resultados en las pruebas de identificación PCR indicaron valores negativos para *Candidatus Liberibacter*, en los métodos de control utilizando con sulfato de gentamicina y clorhidrato de oxitetraciclina para: vivero y campo (C), en campo (A1) y el testigo (A0). Los ecotipos resistentes fueron: Granel, Atuntaqui y Providencia, con las moléculas: imidacloprid, asoxystrobina, tridemorph, abamectina, piridaben, formetanato, fipronil, profenofos y thiamethoxan para el control de *Bactericera cockerelli*. Concluyendo que hay ecotipos resistentes a la enfermedad en el desarrollo, que es posible controlar a *Bactericera cockerelli* aplicando las moléculas: (acephato e imidacloprid); ciromazina; (spirotretamat y buprofezin); formetanato, generando un impacto ambiental negativo, puesto que la categoría toxicológica de los pesticidas es tipo II – moderadamente peligroso; alterando la calidad del aire, la biodiversidad e incluso la salud del agricultor.

Palabras clave: Ecotipo, *Candidatus Liberibacter solanacearum*, vector, matriz de Leopold.

Recibido: 19 de mayo 2024 – revisión aceptada: 18 de noviembre 2024 – Fecha de publicación: 29 de abril 2025

Correspondiente al autor: emerson.jacome@utc.edu.ec

Abstract

The tree tomato has great qualities that provide a series of benefits in human nutrition and health, which is why the present study was carried out at an altitude of 2,710 meters above sea level. Having as objectives: to study the behavior of *Candidatus Liberibacter solanacearum* and determine the environmental impact caused by the control of the *Bactericera cockerelli* vector in tree tomato (*Solanum betaceum*) ecotypes. In the methodological part, a statistical analysis of PCA principal components was carried out to determine the determining variables of the behavior of the ecotypes, to identify the infestation of *Candidatus Liberibacter solanacearum*, PCR tests were used, the environmental impact was evaluated using the Leopold matrix. *Candidatus Liberibacter*, in the control methods using gentamicin sulfate and oxytetracycline hydrochloride for: nursery and field (C), in the field (A1) and the witness (A0). The resistant ecotypes were: Granel, Atuntaqui and Providencia, with the molecules: imidacloprid, asoxystrobin, tridemorph, abamectin, pyridaben, formethanate, fipronil, profenofos and thiamethoxan for the control of *Bactericera cockerelli*. Concluding that there are ecotypes resistant to the disease in development, it is possible to control *Bactericera cockerelli* by applying the molecules: (acephate and imidacloprid); cyromazine; (spirotretamat and buprofezin); formathanate, generating a negative environmental impact, since the toxicological category of pesticides is type II – moderately dangerous; altering air quality, biodiversity and even the health of the farmer.

Key words: Ecotype, *Candidatus Liberibacter solanacearum*, vector, Leopold matrix.

Introduction

El tomate de árbol (*Solanum betaceum*) es un arbusto originario de los Andes. (Arahana *et al.*, 2010). Contiene fibra, vitaminas A y C, minerales como calcio, hierro y fósforo; actúa como antioxidante y fortalece el sistema inmunológico (Torres, 2012). Existen en el Ecuador cerca de 5000 hectáreas del cultivo de tomate de árbol con un rendimiento entre 60 a 80 Ton/ha al año. (Meza y Méndez, 2009).

Candidatus Liberibacter solanacearum es una bacteria Gram negativa, parásita obligada del

floema no cultivable in vitro, se caracteriza por ser un bacilo de aproximadamente 2 a 3 µm. de largo y 0.2 a 0.3 µm. de ancho. Al igual que otras bacterias del género se puede transmitir por injerto, semilla e insectos vectores (Ortiz *et al.*, 2019). Además, el genoma de *Candidatus Liberibacter solanacearum* consiste en un cromosoma circular, cuya función se estableció por comparación de genes ortólogos (Pérez *et al.*, 2009), que ha sido encontrado en el cultivo de tomate según Liefting *et al.*, (2009).

El clorhidrato de oxitetraciclina es un bactericida sistémico que contiene dos

antibióticos: sulfato de gentamicina más clorhidrato de oxitetraciclina, bactericidas ampliamente reconocidos por su efectivo control contra las principales especies de bacterias (Edifarm, 2016), el trabajo estuvo enfocado a la reducción de las fuentes de inóculo, con el uso de plantas libres, remoción de plantas sintomáticas y el control químico del insecto para reducir la transmisión de la bacteria (Delgado *et al.*, 2019). *Candidatus* presenta en el genoma tres operones completos de ARNr (receptor), 45 genes que codifican ARNt (transmisor) y alrededor de 35 pseudogenes (Lin, *et al.*, 2011).

Los objetivos fueron: observar el comportamiento de la enfermedad punta morada causada por *Candidatus Liberibacter solanacearum* en el cultivo de tomate de árbol *Solanum betaceum* en el sector Salache y determinar el impacto ambiental causado en el manejo del cultivo en la etapa de desarrollo

Materiales y Métodos

La investigación se realizó en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, a 2710 m.s.n.m. donde se realizó un monitoreo semanal de *Bactericera cockerelli* en sus diferentes estados (huevo, ninfa y adulto), en los seis ecotipos de tomate de árbol con tres métodos de control de *Candidatus Liberibacter solanacearum*: sulfato de gentamicina más clorhidrato de oxitetraciclina aplicado a una dosis de 3.6 g/l, desde vivero y en campo (C), solo en campo (A) y sin bactericida (A0). A partir de los 21 y 69 días fue posible determinar la incidencia de *Candidatus Liberibacter solanacearum* mediante la colecta de muestras de plantas (Ramírez, *et al.*, 2018

).la aplicación de marcadores moleculares mediante el análisis PCR fue a partir de la toma aleatoria en cada unidad experimental de 6 muestras apicales de plantas por cada método de control, finalmente para determinar la infestación de *Bactericera cockerelli*, se llevó a cabo un monitoreo semanal de la plaga, el control de los insectos se realizó con diferentes ingredientes activos aplicados según la dosis recomendada en la etiqueta como: imidacloprid, asoxystrobina, tridemorph, abamectina, piridaben, formetanato, fipronil, profenofos y thiamethoxan, para el fitoplasma se utilizó gentamicina más clorhidrato de oxitetraciclina en los métodos de control (C) y (A1).

Materiales y Métodos

La investigación se realizó en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, a 2710 m.s.n.m. donde se realizó un monitoreo semanal de *Bactericera cockerelli* en sus diferentes estados (huevo, ninfa y adulto), en los seis ecotipos de tomate de árbol con tres métodos de control de *Candidatus Liberibacter solanacearum*: sulfato de gentamicina más clorhidrato de oxitetraciclina aplicado a una dosis de 3.6 g/l, desde vivero y en campo (C), solo en campo (A) y sin bactericida (A0). A partir de los 21 y 69 días fue posible determinar la incidencia de *Candidatus Liberibacter solanacearum* mediante la colecta de muestras de plantas (Ramírez, *et al.*, 2018). la aplicación de marcadores moleculares mediante el análisis PCR fue a partir de la toma aleatoria en cada unidad experimental de 6 muestras apicales de plantas por cada método de control, finalmente para determinar la infestación de *Bactericera cockerelli*, se llevó a cabo un

monitoreo semanal de la plaga, el control de los insectos se realizó con diferentes ingredientes activos aplicados según la dosis recomendada en la etiqueta como: imidacloprid, asoxystrobina, tridemorph, abamectina,

piridaben, formetanato, fipronil, profenofos y thiamethoxan, para el fitoplasma se utilizó gentamicina más clorhidrato de oxitetraciclina en los métodos de control (C) y (A1).

Materiales y Métodos

Tabla 1. Resultados de las pruebas PCR aplicadas en el monitoreo de *Candidatus Liberibacter solanacearum* en: semilla, plántula y campo.

CONTROL QUÍMICO	ECOTIPO	SEMILLA	PLÁNTULA	ÁRBOL
C: Sulfato de gentamicina más clorhidrato de oxitetraciclina, desde vivero y en campo	1	+	+	-
	2	-	+	-
	3	-	-	-
	4	-	-	-
	5	-	-	-
	6	-	-	-
A1: Sulfato de gentamicina más clorhidrato de oxitetraciclina, solo en campo	1	+	+	-
	2	-	+	-
	3	-	+	-
	4	-	+	-
	5	-	+	-
	6	-	+	-
A0: Testigo	1	+		-
	2	-		-
	3	-		-
	4	-		-
	5	-		-
	6	-		-

Fuente: Laboratorio de biología molecular - AGROCALIDAD

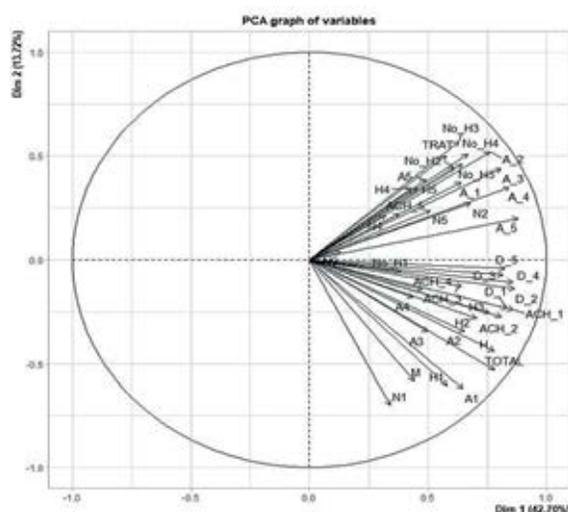
En la tabla 1, en el control químico C, los resultados de muestras iniciales de semilla analizadas en el ecotipo (1) de Belisario Quevedo (plantas afectadas) evidenciaron la presencia de *Candidatus Liberibacter solanacearum*; mientras que en los ecotipos (2) Belisario Quevedo (plantas sin afección), (3)

Supermaxi Granel, (4) Supermaxi Atuntaqui, (5) La Providencia y (6) Nabuzo tuvieron sanidad frente al fitoplasma en las muestras de semilla, sin embargo, en el segundo análisis realizado en plántulas, solamente en el primer y segundo ecotipo surgió *Candidatus Liberibacter solanacearum*, esto debido a que se

utilizó sulfato de gentamicina más clorhidrato de oxitetraciclina desde vivero, finalmente en el último análisis realizado en las muestras recolectadas en campo (árboles) a los 21 días de trasplante se evidenció en todos los ecotipos el control de la bacteria. Además, en el control químico A1 se observó al ecotipo (1) Belisario Quevedo (plantas afectadas) con evidencia del fitoplasma y los demás ecotipos presentaron sanidad y ausencia de la bacteria, mientras que los resultados PCR del análisis realizado a las muestras de plántula, todos los ecotipos demostraron la presencia de *Candidatus Liberibacter solanacearum*, en el análisis realizado en campo a las 3 semanas de trasplante, se comprobó en todos los ecotipos que fue posible controlar a *Candidatus Liberibacter solanacearum*. Por último, en el control A0, en el análisis PCR realizado a las muestras iniciales de semilla, solo el ecotipo (1) Belisario Quevedo (plantas afectadas) contenía la presencia de la bacteria, cabe mencionar que en éste método no se recolectaron muestras de

plántulas, y se recolectaron muestras el 2 de septiembre de 2021 (a los 69 días de trasplante) solamente de brotes, en las cuales, luego de realizar el análisis PCR, todos los ecotipos se encontraban libres de *Candidatus Liberibacter solanacearum*. El resultado obtenido a través de pruebas PCR realizada por (Vallejo, 2020), denota 74 muestras recolectadas, siendo mayor al número de las muestras analizadas en el cultivo de tomate de árbol que fueron 31, recolectadas de 15 árboles del control (A0), de los cuales solo 14 muestras (44 %) fueron positivas lo que indica que *B. cockerelli* y CLso tienen la capacidad de infestar e infectar tomate de árbol, respectivamente, causando daños en la estructura foliar. Adicionalmente, la información obtenida también se asocia a la investigación de (Caicedo et al., 2020 a) .Concordando con Delgado et al. (2019), quienes indican que los síntomas causados por la bacteria varían según el cultivo y la etapa de crecimiento del hospedante.

Gráfico 1. Análisis de Componentes Principales del desarrollo del cultivo de tomate de árbol.



En el gráfico 1, se consideraron los componentes principales que corresponden especialmente para el monitoreo del vector, en cuanto al estado inicial se apreció una relación angular angosta muy marcada entre el número de huevos de los meses de (H4) noviembre y (H5) diciembre, lo que denotó en ambas variables un comportamiento similar en el incremento de la población del insecto vector. En el segundo estado se observó una relación directa por su ángulo inferior a 90°, en el número de ninfas de los meses de (N2) septiembre y (N5) diciembre, lo cual, evidencia que las dos variables mantuvieron una población leve en el cultivo, finalmente los insectos adultos monitoreados en los meses de (A2) septiembre y (A3) octubre son variables en su comportamiento poblacional que no pudieron ser controlados, denotando su permanencia constante en el cultivo, lo que denotó que durante el tiempo de desarrollo no fue posible erradicar al vector. En la

correlación realizada por (Villagómez et al., 2018) se menciona que existieron adultos de *Bactericera cockerelli* en los tejidos de plantas enfermas de tomate, coincidiendo con los resultados de monitoreo de insectos adultos obtenidos en el estudio, debido a que no fue posible erradicar al agente vector del cultivo en su etapa de desarrollo.

En el control químico (A) sulfato de gentamicina más clorhidrato de oxitetraciclina solo en campo, el ecotipo Supermaxi Atuntaqui tuvo mayor tolerancia a la enfermedad, mientras que en el método (C) con sulfato de gentamicina más clorhidrato de oxitetraciclina desde vivero y en campo, el ecotipo Supermaxi Granel obtuvo un desarrollo foliar ininterrumpido al igual que el ecotipo La Providencia en el método C (desde vivero y en campo); siendo estos los tres ecotipos capaces de resistir a la enfermedad durante la etapa de desarrollo.

Gráfico 2. Monitoreo semanal de huevos (estadio inicial)



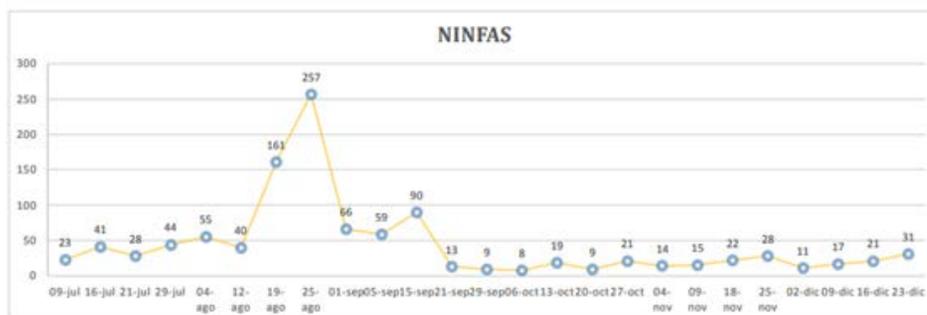
En el gráfico 2, Para el control de huevos de *Bactericera cockerelli* se utilizaron varios ingredientes activos (acephato e imidacloprid); ciromazina; (spirotretamat y buprofezin); formetanato. Donde en el monitoreo se obtuvo 2789 huevos, que fue

el 39% de unidades presentes en el cultivo con un 61% de control hacia el estadio inicial. Además, utilizando la combinación entre (acephato e imidacloprid); (fipronil y thiamethoxam) fueron monitoreados 4050 huevos como efecto de la capacidad

de resistencia a los ingredientes activos por parte de los adultos de *Bactericera Cockerelli*, finalmente desde el día 85 de trasplante del cultivo se realizaron más combinaciones que permitieron una estabilización del estado inicial en el monitoreo, con un rango de 618 a 883 unidades. Según (Maygualema, 2022), quien encontró en su monitoreo un

porcentaje de 11,08 % de huevos de *Bactericera cockerelli* entre los meses de abril y junio, en su experimento no utilizó ningún ingrediente activo para su control. (Nachappa et al., 2012) encontraron que *L. solanacearum* en sus líneas isofemeninas negativas fue de 26.3 ± 3.8 y 41.9 ± 5.4 huevos respectivamente.

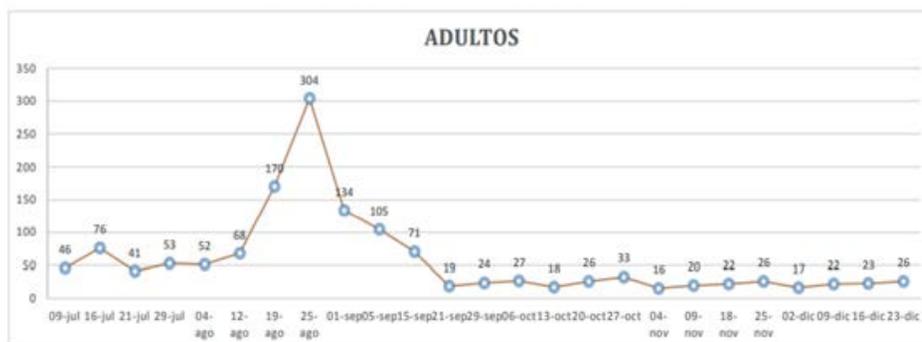
Gráfico 3. Monitoreo semanal de ninfas



En el gráfico 3, se evidenció un incremento considerable de ninfas a los 2 meses de trasplante del cultivo, como consecuencia de una sequía, período en el que la proliferación de plagas es alta; para lograr el control se aplicaron los ingredientes activos (acephato e imidacloprid); ciromazina; (spirotretamat y buprofezin); formetanato que permitieron llegar a 66 ninfas, logrando un 74% de control, sin embargo, al utilizar (acephato e imidacloprid); (fipronil y thiamethoxam) se registraron 90 ninfas que provenían de

adultos resistentes a los ingredientes activos, finalmente desde el doceavo monitoreo existió un rango de población entre 13 y 31 ninfas. (Toledo y Rodas, 2022) en su trabajo experimental encontraron que el comportamiento de *B. cockerelli* demostró tener diferencias significativas ($p = 0.0182$) en su distribución, donde el mayor número de ninfas se encontraron en la parte media de la planta con 2,14 % de igual forma no utilizaron ningún ingrediente activo para su control.

Gráfico 4. Monitoreo semanal de adultos



En la gráfica 4, para el control de insectos adultos se observó que a los 60 días luego del trasplante, la invasión pronunciada del agente vector hacia el cultivo fue mitigada mediante la aplicación de (acephato e imidacloprid); ciromazina; (spirotretamat y buprofezin); formetanato pasando de 304 adultos a 134, un 44% de insectos presentes en el cultivo con un 56% de control; además luego de 27 días del incremento del agente vector, fue posible monitorear 19 adultos utilizando desde el día

69, combinaciones de ingredientes activos. Finalmente, en el estado final fue posible obtener una estabilización en el monitoreo con un rango de 17 a 33 adultos. De la misma manera, en el mismo experimento realizado por (Toledo y Rodas, 2022) encontraron 171 adultos. La incidencia de los factores climáticos en las poblaciones de *B. cockerelli*, según los análisis estadísticos, demostraron que la temperatura mínima y la precipitación pluvial tienen un efecto sobre los adultos.

Tabla 2. Matriz de Leopold para la evaluación del impacto ambiental ocasionado en el control de *Bactericera cockerelli*

Impactos	Afectaciones		Total				
	+	-	+	-	-		
1. Suelo	Fertilidad	21	5	50	28	-7	0
	Potencial hídrico	9	0	25	9	0	0
	Compactacion	4	4	11	8	-8	0
	Actividad microbiana	4	8	19	13	-15	0
	Erosion	2	6	4	8	-11	0
2. Agua	Lixiviacion	12	9	57	10	-11	0
	Demanda de agua	4	4	9	7	-6	0
3. Aire	Ruido	0	3	0	3	-3	0
	Calidad de Aire	0	15	0	19	-22	0
Flora	Arbustos	0	3	0	3	-4	0
	Pastos	0	3	0	3	-4	0
Fauna	Microflora	4	7	9	15	-16	0
	Disminucion	2	18	4	54	-63	0
	Resistencia	0	12	0	12	-17	0
	Perdida insectos	1	16	5	55	-81	0
	Afección trabajador	0	26	0	27	-72	0
2. Aspectos culturales	Afecta al consumidor	0	15	0	29	-48	0
Magnitud positiva						103	
Magnitud negativa						-306	

Los valores de la tabla 2, indican una alta perturbación ambiental, ya que, se obtuvo un valor de +103 en los efectos positivos, de los cuales, cuatro son de aporte de materia orgánica para incrementar la fertilidad del suelo por la presencia de la microflora que constituye la interacción de bacterias, hongos, entre otros; por último, el suministro de riego al cultivo proporcionado durante el tiempo de estudio, sin embargo, en la matriz de Leopold se evidenció un valor de -306 en los efectos negativos, de ellos, diez fueron por el uso de herbicidas, la aplicación de los ingredientes activos imidacloprid, asoxystrobina, tridemorph, abamectina, piridaben, formetanato, fipronil, profenofos y thiamethoxan; que tienen una categoría toxicológica II – moderadamente peligrosos, siendo los mencionados ingredientes activos nocivos al ambiente y a la biodiversidad, provocando una reducción de la calidad del aire y afectando al trabajador agrícola; lo que proporcionó los valores positivos de magnitud, denotando que las actividades favorables halladas en la matriz de Leopold deben conservarse para evitar un aumento del impacto ambiental en el sector Salache durante la etapa de desarrollo del tomate de árbol (*Solanum betaceum*).

Conclusiones

El sulfato de gentamicina, más clorhidrato de oxitetraciclina, presentaron control sobre el fitoplasma *Candidatus Liberibacter solanacearum*. Lo que permitió que existan ecotipos: Granel, Atuntaqui y La Providencia, son capaces de resistir a la enfermedad en la etapa de desarrollo.

El insecto vector de *Candidatus Liberibacter solanacearum*, fue posible controlarlo con las moléculas (acephato e imidacloprid); ciromazina; (spiroretamat y buprofezin); formetanato, lo cual ocasionó un impacto ambiental negativo, puesto que, su categoría toxicológica es II, moderadamente peligroso. Alterando la biodiversidad y salud del trabajador agrícola.

Agradecimientos

Al Dr. Alex Chacón Director de Agrocalidad sede Cotopaxi, al PhD. Carlos Torres Director de Investigación y al núcleo de biodiversidad de la Universidad Técnica de Cotopaxi con el proyecto de Fruticultura Biointensiva, al Ing. Lenin Espinoza Técnico INTEROC y al Ing. Edison Quinaluisa Técnico COSMOCEL

Literatura Citada

- Arahana, V., V, A. R., & P, M. L. (2010). Propagación de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) vía embriogénesis somática. *Avances en Ciencias e Ingeniería*. 2, 16-21.
- Caicedo, J., Simbaña, D, C., K, L., & Rivera, L. (2020 a). First report of ‘*Candidatus Liberibacter solanacearum*’ in Ecuador and in South America. *PLANT DIS*. Notes 15.
- Delgado, J., Beltrán, M., Cerna, E., Aguirre, L. A., Landero, J., Rodríguez, Y., & Ochoa, Y. M. (2019). *Candidatus Liberibacter solanacearum* vascular pathogen of *solanaceae*: Diagnosis and control. *Revista especializada en ciencias químico biológicas*. 22(12), 1 - 2.

- Edifarm. (2016). Vademecun Agrícola. <https://quickagro.edifarm.com.ec/pdfs/productos/AGRYGENT-20160815-162337.pdf>
- Liefting, L. W., Weir, B. S., Pennycook, S. R., & Clover, G. R. (2009). *Candidatus Liberibacter solanacearum* associated with plants in the family Solanaceae. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 59, 1 - 3.
- Lin, H., Lou, B., Glynn, J. M., Doddapaneni, H., Civerolo, E. L., Chen, C., . . . Vahling, C. M. (2011). The Complete Genome Sequence of ‘*Candidatus Liberibacter solanacearum*’, the Bacterium Associated with Potato Zebra Chip Disease. *PLoS ONE*, 6(4), 1- 13 . <https://doi.org/doi:10.1371/journal.pone.0019135>
- Maygualema, L. (2022). Fluctuación de la Población de la Paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc.) en cultivares Establecidos de Tomate de Arbol (*Solanum betaceum* Cav.) en dos zonas altitudinales del Cantón Penipe Provincia de Chimborazo , Trabajo de Titulación . Escuela Politecnica Superior de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales , Carrera de Agronomía, Riobamba , Ecuador.: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17212/1/13T00994.pdf>
- Meza, N., & Mendez, J. (2009). Características del fruto de tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae* [Cav.] Sendtn) basadas en la coloración del arilo, en la Zona Andina Venezolana . *UDO Agrícola* , 9(2), 289- 294 .
- Nachappa, P., Shapiro, A. A., & Tamborindeguy, C. (2012). Effect of ‘*Candidatus Liberibacter solanacearum*’ on Fitness of Its Insect Vector, *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae), on Tomato. *Bacteriology*, 102(41), 1 - 6.
- Ortiz, J., Beltrán, M., Cerna, E., Aguirre, L. A., Landero-, J., Rodríguez, Y., & Ochoa, Y. M. (2019). *Candidatus Liberibacter solanacearum* patógeno vascular de solanáceas: Diagnóstico y control. *Ciencias Químicas y Biológicas*, 22, 1 -12. <https://doi.org/DOI: 10.22201/fesz.23958723e.2019.0.177>
- Perez-Egusquiza, L. L., Clover, G. R., & Anderson, J. A. (2009). A New ‘*Candidatus Liberibacter*’ Species in *Solanum tuberosum* in New Zealand. *APS Publications*, 10(92), 1 15.
- Ramírez, B., Jarquín, Z., Gómez, A. S., Díaz, I. B., & Ulises, J. (2018). Teletección molecular de *Candidatus Liberibacter solanacearum* (Zebra Chip) en papa (*Solanum tuberosum* L.) en Nicaragua. *La Calera*, 18(30), 1- 8.
- Toledo, C., & Rodas, A. (2022). Population behavior and sex ratio of *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae) on potato (*Solanum tuberosum* L.). *Revista Científica de Faren Estelí*, 11(42), 1- 13.

- Torres, A. (2012). Caracterización física, química y compuestos bioactivos de pulpa madura de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) (Cav.) Sendtn. *Latinoamericana de Nutrición*, 62(4), 1-8.
- Vallejo, M. (2020). Caracterización filogenética y molecular de ‘*Candidatus Liberibacter solanacearum*’ en cuatro especies de la familia Solanaceae. Trabajo de Titulación. Universidad Central del Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/21454/1/T-UCE-0004-CAG-254.pdf>
- Villagómez, C., Sicairos, C. d., Valenzuela, J. Á., Espinal, L. A., Félix, S. V., & Tiznado, J. A. (2018). Presencia de *Candidatus Liberibacter solanacearum* en *Bactericera cockerelli* Sulc asociada con enfermedades en tomate, chile y papa. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícola*. (9)(3), 1