

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Compatibilidad de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* Complementados con Extractos de *Crotalaria longirostrata* para el Manejo de *Bactericera cockerelli*.

Por:

KAREN LETYCIA QUINTERO SEGURA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Saltillo, Coahuila, México

Junio 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Compatibilidad de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* Complementados con
Extractos de *Crotalaria longirostrata* para el Manejo de *Bactericera cockerelli*.


Por:

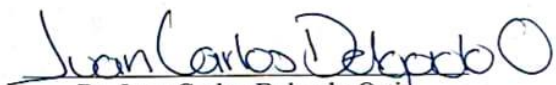
KAREN LETYCIA QUINTERO SEGURA


TESIS

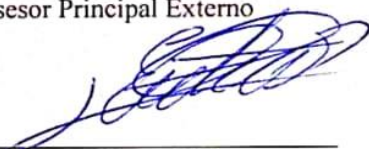
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:


INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO


Dra. Yisa María Ochoa Fuentes
Asesor Principal


Dr. Juan Carlos Delgado Ortiz
Asesor Principal Externo


Dra. Mariana Beltrán Beache
Coasesor


Dr. Ernesto Cerna Chávez
Coasesor


Dr. Alberto Sandoval Rangel
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Junio 2024

Declaración de no plagio


El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante

Karen Letyia Quintero Segura



Firma y Nombre

DEDICATORIA

Este trabajo de tesis se lo puedo dedicar a un sinfín de personas, sin embargo, se lo dedico principalmente a mi mamá Xóchitl Segura Lozano, quien me dio la fortaleza para seguir y para no darme por vencida aun cuando las cosas parecían siempre salir mal, por darme la sabiduría de resolver los problemas uno a uno para saber la mejor decisión en mi carrera profesional, por darme su amor incondicional, su paciencia y sobre todo por haberme apoyado en todo este camino hasta su final.

Se la dedico a mi abuelita Ma. De los Ángeles Lozano Martínez, a mi tía Amparito Malacara Saucedo, mi papá Rigoberto Bravo Guerrero, por estar al pendiente de mí y apoyarme cuando fuera necesario, por brindarme su amor, paciencia, tiempo y darme a entender que con ellos podría contar en cualquier momento.

A mi amigo y compañero Isidro Damián Hernández Rosas con quien inicié la carrera y la concluimos juntos, que estuvo ayudándome en este trabajo y se preocupó por mí en todo momento hasta el presente.

También se la quiero dedicar a una persona que ya no está en esta vida pero que seguro estaría orgulloso de este logro, a Paulino Malacara Saucedo, que desde el momento que supo que ingresaría a la Narro me dio su apoyo, sus palabras y sus conocimientos, que fue buitre y compartió el mismo amor que yo siento por mi universidad y que pesé a lo que pasó el estaría en este proceso que acabo de finalizar.

Me la dedico a mí, ya que representa el esfuerzo que hice en mi carrera y poder seguir adelante con este trabajo pese a los obstáculos.

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES

Por darme la oportunidad de formarme como profesionalista, sin dudar de mis capacidades.

A MIS AMIGOS

Por estar acompañándome en diversas actividades que se realizaron durante este trabajo y sobre todo por ser mi compañía durante la carrera.

A MI ASESOR

Por tenerme paciencia y brindarme sus conocimientos para poder realizar mi tesis y así poder titularme como Ingeniero Agrónomo Parasitólogo.

AL DEPARTAMENTO DE PARASITOLÍA

Por darme un espacio en sus laboratorios, en sus pasillos y así poderme formar profesionalmente.

A MI FAMILIA

Por estar motivándome a que si podía cumplir mis sueños.

A LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Por darme un lugar dentro de sus instalaciones y me permitió vivir experiencias inolvidables.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
RESUMEN	XIII
INTRODUCCIÓN	1
Justificación.....	3
Objetivos	3
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos.....	3
Hipótesis.....	3
1.- REVISIÓN DE LITERATURA	4
1.1.- Origen del tomate <i>Solanum lycopersicum</i>	4
1.2.- Distribución y Producción Mundial del cultivo de tomate.	4
1.3.- Distribución y Producción del cultivo de tomate en México.	6
1.5.- Taxonomía del tomate.	8
1.6.- Descripción Morfológica de la planta.	8
1.6.1.- Raíz	9
1.6.2.- Tallo.....	9
1.6.4.- Flor.....	9
1.6.5.- Fruto.....	9
1.6.6.- Semilla	10
1.7.- Principales plagas del cultivo de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)	10
1.7.1.- <i>Tetranychus urticae</i> (araña roja).....	10

1.7.2.- <i>Bemisia tabaci</i> (Mosca blanca).....	11
1.7.3.- <i>Frankliniella occidentalis</i> (Trips).	11
1.7.4.- <i>Aphis</i> spp. (Pulgones).	12
1.8.- Origen de <i>Bactericera cockerelli</i>	12
1.9.- Distribución Mundial de <i>Bactericera cockerelli</i>	13
1.10.- Distribución de <i>Bactericera cockerelli</i> en México.	13
1.11.- Clasificación Taxonómica.....	14
1.12.- Ciclo Biológico de <i>Bactericera cockerelli</i>	15
1.13.- Características Morfológicas.....	15
1.13.1.- Huevo.	15
1.13.2.- Estadios ninfales.	16
1.13.2.1- Primer estadio.	17
1.13.2.2.- Segundo estadio.....	17
1.13.2.3.- Tercer estadio.	18
1.13.2.4.- Cuarto estadio.....	19
1.13.2.5.- Quinto estadio.....	19
1.13.3.- Adulto.....	20
1.14.- Condiciones Climáticas.....	22
1.15.- Hospedantes	23
1.16.- Mecanismo de Alimentación de <i>Bactericera cockerelli</i>	23
1.17.- Daños causados por <i>Bactericera cockerelli</i>	23
1.17.1.- Daño Directo.....	23

1.17.2.- Daño Indirecto.	24
1.19.- Manejo de <i>Bactericera cockerelli</i>	24
1.19.1.- Control Etológico.	24
1.19.2.- Control Cultural.	24
1.19.3.- Control Químico.	25
1.19.4.- Control Biológico.	26
1.19.4.1.- <i>Beauveria bassiana</i>	26
1.19.4.2.- <i>Metarhizium anisopliae</i>	28
1.19.5.- Control Biorracional.	30
1.19.5.1.- <i>Crotalaria longirostrata</i>	31
2.- MATERIALES Y MÉTODOS	33
2.1.- Ubicación del área de trabajo.	33
2.2.- Obtención del material biológico.	33
2.3.- Cría de insectos (<i>Bactericera cockerelli</i>).	35
2.6. Elaboración del extracto de <i>Crotalaria longirostrata</i>	35
2.3.- Preparación del inóculo <i>B. bassiana</i> y <i>M. anisopliae</i>	35
2.5.- Colocación de las ninfas en los folíolos e inicio al bioensayo.	36
2.7.- Evaluación de la mortalidad de <i>Crotalaria longirostrata</i> en <i>B. cockerelli</i>	37
2.6.- Aplicación de los hongos patogénicos en combinación con el extracto de <i>C. longirostrata</i>	37
3.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
4.- CONCLUSIONES.....	44
5.- BIBLIOGRAFÍAS.....	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Producción de tomate por estado en el ciclo otoño-invierno (OI) 2022 y 2023 (SADER & SIAP, 2023).	7
Tabla 2: Aplicaciones recomendadas para el control de <i>B. cockerelli</i> (Gobierno de República de Honduras, 2016) (SAGARPA et al., 2014).	25
Tabla 3: Evaluación de la mortalidad de ninfas de <i>B. cockerelli</i> tratadas con <i>B. bassiana</i> y <i>M. anisopliae</i> en condiciones de laboratorio.....	39
Tabla 4: Evaluación de la mortalidad de ninfas de <i>B. cockerelli</i> tratadas con extracto metanólico de <i>C. longirostrata</i> en condiciones de laboratorio.	41
Tabla 5: Evaluación de la mortalidad de ninfas de <i>B. cockerelli</i> tratadas con <i>B. bassiana</i> y <i>M. anisopliae</i> en extracto metanólico de <i>C. longirostrata</i> dentro de condiciones de laboratorio.	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Volumen de producción de tomate del año 2012 al 2021 (Orús, 2023).....	4
Figura 2: Producción y superficie del tomate a nivel mundial (FAO, 2023).....	5
Figura 3: Primeros diez lugares en producción de tomate (FAO, 2023).....	6
Figura 4: Distribución Mundial de <i>Bactericera cockerelli</i> (EPPO, 2023).	13
Figura 5: Ciclo de vida de <i>Bactericera cockerelli</i> (INTAGRI, 2016).....	15
Figura 6: Huevo de <i>B. cockerelli</i> sostenido por el pedicelo. Elaboración propia.	16
Figura 7: Proceso de los estadios ninfales de <i>B. cockerelli</i> (Admi, 2019).	17
Figura 8: Primer estadio ninfal de <i>B. cockerelli</i> (OIRSA, 2015).....	17
Figura 9: Segundo estadio ninfal de <i>B. cockerelli</i> (Falcones, 2020).....	18
Figura 10: Tercer estadio ninfal de <i>B. cockerelli</i> (OIRSA, 2015).....	18
Figura 11: Cuarto estadio ninfal <i>B. cockerelli</i> (OIRSA, 2015).....	19
Figura 12: Quinto estadio ninfal de <i>B. cockerelli</i> (Falcones, 2020).	20
Figura 13: Adulto de <i>B. cockerelli</i> recién emergido (A). Adulto de <i>B. cockerelli</i> después de dos o tres días (B) (Cortez, 2011).	20
Figura 14: Adulto de <i>B. cockerelli</i> después de cinco días. Elaboración propia.....	21
Figura 15: Hembra de <i>B. cockerelli</i> con su distintivo "Y" (OIRSA, 2015).....	22
Figura 16: Macho de <i>B. cockerelli</i> con sus genitales en forma de pinzas (OIRSA, 2015). .	22
Figura 17: Ciclo de vida de <i>Beauveria bassiana</i> sobre un insecto (A) (Mascarin y Jaronski, 2016). <i>Beauveria bassiana</i> vista bajo un microscopio (B) (Chiriboga et al., 2015).	28
Figura 18: Conidias vistas bajo un microscopio (Pavone, 2022).....	30
Figura 19: Departamento de parasitología de la UAAAN.	33
Figura 20: Siembra correspondiente a C2 (A) y C4 (B); siembra correspondiente a C18 (C) y C20 (D); siembra correspondiente C21 (E). Elaboración propia.	34
Figura 21: Laterales por donde puede ser ingresado el líquido (A) (Blasco, 2023). Esporas dentro (BA) y afuera (BB) del cuadrante.	36
Figura 22: Foliolo sumergido en <i>Metarhizium anisopliae</i> (C21) (A); Foliolos colocados sobre el papel estraza y rociados con agua destilada estéril (B).....	37

Figura 23: Sumersión de hojas en preparación que contenía la mezcla de la suspensión de esporas (*M. anisopliae*) y el extracto vegetal. 38

Figura 24: Ninfas de *B. cockerelli* micosados a las 72 hrs por la cepa BBC20.....39

Figura 25: Ninfas de *B. cockerelli* micosados a las 72 hrs por la cepa MAC21.. 40

RESUMEN

Solanum lycopersicum es un cultivo considera originario de los bajos Andes (América del sur, atraviesa Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú y parte de Venezuela) (Orielo, 2021). México se posiciona en el puesto décimo a nivel mundial, cuenta con 24 municipios que son productores, la FAO (2023) menciona que el año con mayor superficie sembrada fue en el 2010 con 98, 189. Dentro de las principales plagas que atacan a *Solanum lycopersicum* se encuentra *Bactericera cockerelli*, en México se puede localizar en Tamaulipas, Durango, Coahuila, Morelos, Baja California, entre otros estados más. Esta investigación tiene como objetivo evaluar la eficiencia del control de las mezclas de hongos entomopatógenos con el extracto metanólico de *Crotalaria longirostrata* en *Bactericera cockerelli*. Donde las cepas de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* bajo condiciones de laboratorio, las cuales promovieron la mortalidad de *Bactericera cockerelli* en un rango del 66-91 %; mientras el extracto metanólico de *C. longirostrata* promovió mortalidades de 4-100 %. Siendo que las mezclas de entomopatógenos con CL50 y CL10 de *C. longirostrata* registraron mortalidades superiores al 80%.

Palabras Clave: *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Crotalaria longirostrata*, *Bactericera cockerelli*, compatibilidad.

INTRODUCCIÓN

Solanum lycopersicum (conocido como tomate) es un cultivo de alta demanda por los consumidores (tanto en el mercado nacional como en el mercado internacional), además, se convierte en un rubro de gran valor, ya que se tiene que planificar bien su instalación (sobre todo el control de las plagas para evitar que este genere resistencias) (Agrotecnología tropical, 2021).

Bactericera cockerelli llamado en México pulgón saltador, paratrioza, psílido de la papa, es un insecto de proporciones pequeñas que pertenece al orden hemíptera de la familia Triozidae (Jacome *et al.*, 2021). Cerna *et al.*, (2021) mencionó que este insecto es una plaga de importancia agrícola, principalmente en zonas productoras de chile, tomate, papa, berenjena, entre otras más. La hembra llega a depositar por encima de los 500 huevecillos durante un promedio de 21 días; su ciclo biológico consta de: huevecillo, 5 estadios ninfales y finalmente el adulto, este insecto requiere de por lo menos 15 a 30 días para llegar del estado de huevo al estado de adulto, a una temperatura de 27° C (Jacome *et al.*, 2021). El desarrollo de la *B. cockerelli* se ve afectado solamente cuando las temperaturas son inferiores a los 15° C y superiores a los 32° C (Jacome *et al.*, 2021).

Por otro lado; *B. cockerelli* tiene la habilidad de causar daños tanto directos como indirectos; los daños directos son definidos como aquellos que son causados principalmente por las ninfas, debido a que inyectan toxinas que causan síntomas como el amarillamiento o achaparramiento de las plantas, causando deformaciones en las hojas o frutos y afectando a la producción y al rendimiento (SAGARPA *et al.*, 2014). Los daños indirectos son las enfermedades que son transmitidas por su estilete directamente a la planta, esto causando la entrada del fitoplasma y de bacterias que afectan o no al producto, además son más importantes que los daños directos (Actualidad Fitosanitaria, 2010). Liefting *et al.* (2008) menciona que *B. cockerelli* transmite enfermedades que causan desordenes fisiológicos y que estos normalmente son ocasionados por bacterias y fitoplasmas, una de las enfermedades principales es la punta morada de la papa o permanente del tomate, esta enfermedad es provocada por el patógeno bacteriano *Candidatus Liberibacter solanacearum*, Existen diversas formas de prevenir que *B. cockerelli* transmita enfermedades a la planta; diversos autores enfatizan que el control químico es el método más utilizado para el control de paratrioza; si bien, *B. cockerelli* adquiere fácilmente resistencia a los insecticidas, por lo

que es necesario rotar y aplicar diferentes ingredientes activos. Por otro lado, existen gran variedad de métodos para controlar este insecto, como es el control biológico; entre los depredadores que son utilizados se encuentra *Chrysoperla carnea*, donde las larvas son las únicas que ejercen acción contra paratrioza (Olaniyan *et al.*, 2020). Sin embargo, no nada más se utilizan depredadores, también se utilizan hongos entomopatógenos como lo es *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* (Villegas *et al.*, 2017). El control biorracional involucra productos más amigables para el medio ambiente y también para el ser humano; constituyen productos de extractos vegetales, hongos y bacterias benéficas, jabones agrícolas, piedras naturales, entre otras cosas más (Barrios *et al.*, 2016). Para el control etológico se utilizan trampas amarillas y verdes fosforescentes impregnadas de pegamento, con el objetivo de capturar a los adultos de *B. cockerelli* (Actualidad Fitosanitaria, 2010).

Justificación

Se requiere explorar alternativas para controlar una plaga en una plantación comercial sin recurrir a productos químicos que perjudican el entorno. Dado que las plagas han adquirido resistencia a los plaguicidas, es necesario emplear diversos enfoques que no generen resistencia. Por ende, es crucial adoptar agentes naturales y compuestos que estimulen su efectividad, agilizando así el control de la plaga sin alterar el equilibrio del ecosistema.

Objetivos

Objetivo general.

- ❖ Evaluar la eficiencia del control de las mezclas de hongos entomopatógenos con el extracto metanólico de *Crotalaria longirostrata* en *Bactericera cockerelli*.

Objetivos específicos.

- ❖ Evaluar la eficiencia del control de hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*) en *Bactericera cockerelli*.
- ❖ Determinar el control del extracto metanólico de *Crotalaria longirostrata* en *Bactericera cockerelli*.
- ❖ Determinar la eficiencia del control de mezclas de hongos entomopatógenos y dosis subletales del extracto metanólico de *Crotalaria longirostrata* en *Bactericera cockerelli*.

Hipótesis

- ❖ La mezcla de hongos entomopatógenos y dosis subletales del extracto metanólico de *Crotalaria longirostrata* mostrará una efectividad de al menos un 80% en el control de *Bactericera cockerelli*.

1.- REVISIÓN DE LITERATURA

1.1.- Origen del tomate *Solanum lycopersicum*.

Solanum lycopersicum es considerado originario de los bajos Andes (ubicada en América del sur, atraviesa Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú y parte de Venezuela), por otro lado, fue cultivado por los Aztecas en México (Orielo, 2021).

Orielo (2021) que los aztecas y los mexicas conocían esta hortaliza como “xīctomatl”, es decir, fruto con ombligo. Cuando España conquistó México estos lo llamaron como hoy en día se conoce “tomate”, además fue introducido a España a principios del siglo XVI.

1.2.- Distribución y Producción Mundial del cultivo de tomate.

Orús (2023) publicó que dentro de los años 2012 – 2021 el volumen de producción de tomate aumentó considerablemente 25 millones de toneladas (considerando que hay 165 países productores de tomate) (Figura 1).

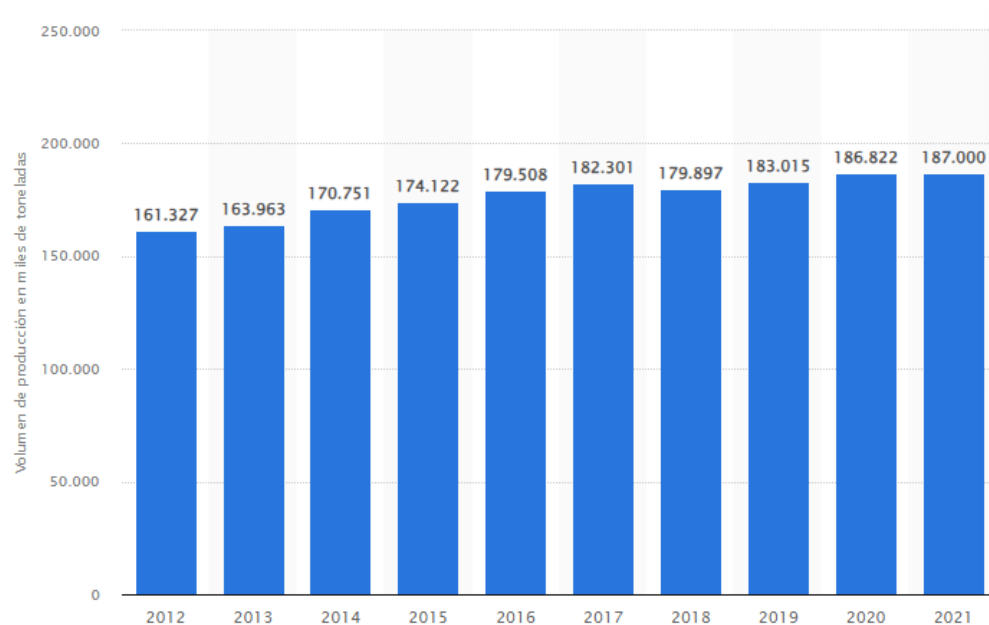


Figura 1. Volumen de producción de tomate del año 2012 al 2021 (Orús, 2023).

Entre los años del 2010 y el 2021 hubo un aumento en la superficie y producción de tomate; en el 2010 la superficie sembrada fue de 4,435,375 ha, mientras que la producción oscilaba

en 153,538,693.38 t; para el 2021 (última fecha actualizada) la superficie sembrada fue de 5,167,388 ha y la producción oscilaba entre los 189,133,955.04 t (FAO, 2023) (Figura 2).

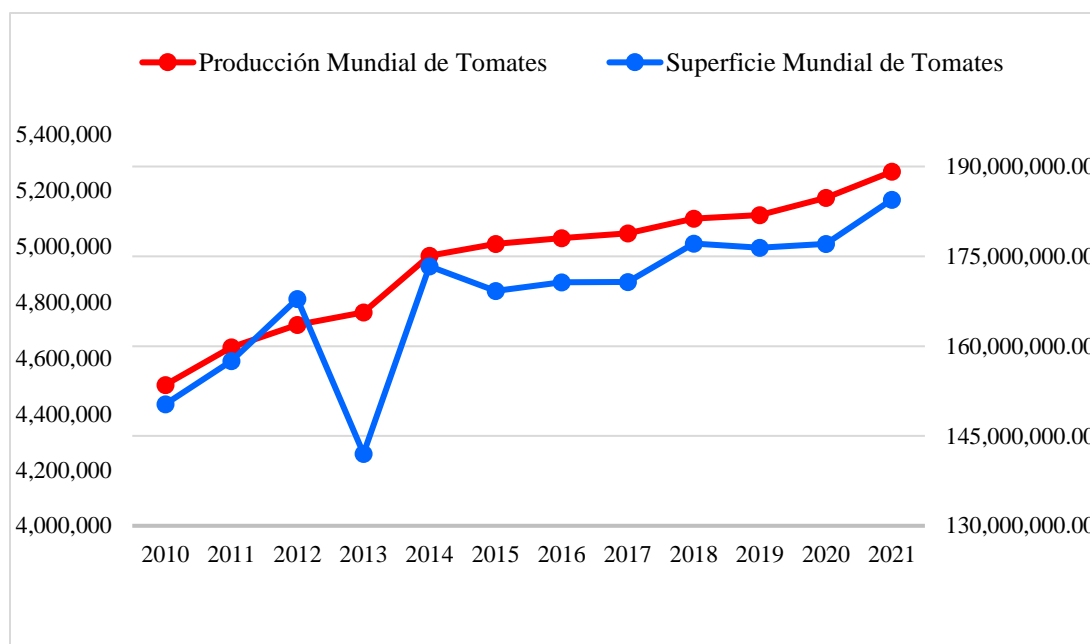


Figura 2. Producción y superficie del tomate a nivel mundial (FAO, 2023).

Según menciona la FAO (2023), los principales productores de tomate son: China, India, Estados Unidos de América (E.U.A), Turquía, Egipto, Italia, Irán, España, Brasil y México. China cuenta con una producción de 56,250,152.58 t; la India cuenta con una producción de 18,404,092.5 t; y los Estados Unidos de América (E.U.A) con una producción de 12,956,632.08 t (considerando los primero tres países principales de producción de tomate) (Figura 3).

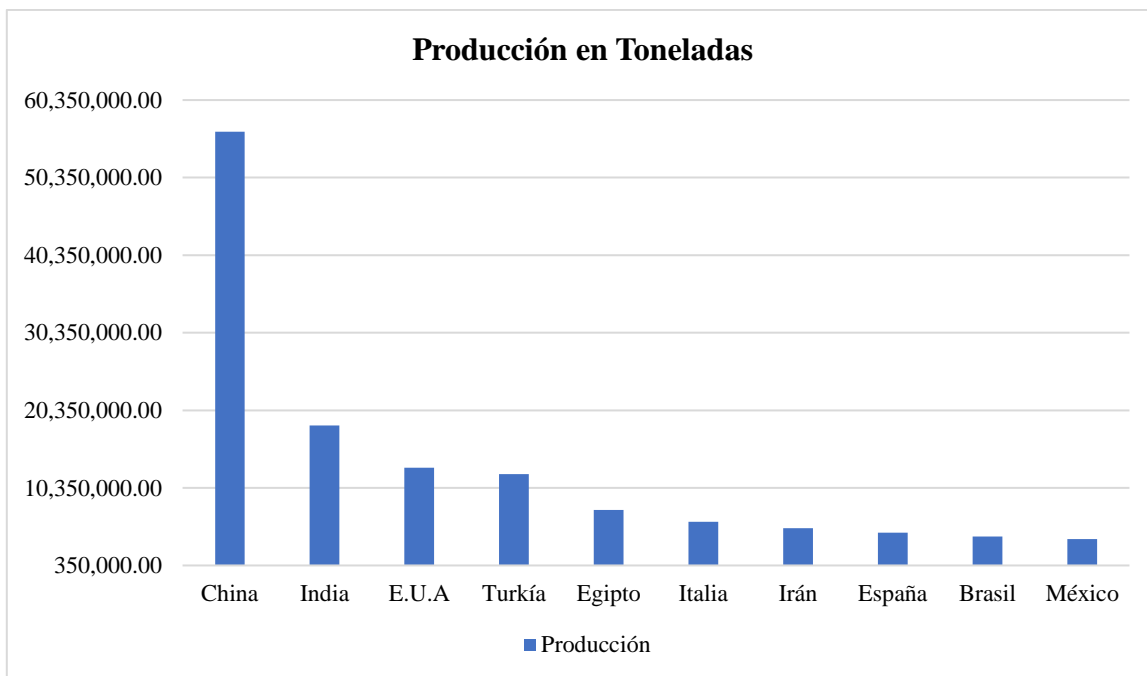


Figura 3: Primeros diez lugares en producción de tomate (FAO, 2023).

1.3.- Distribución y Producción del cultivo de tomate en México.

Entre el año 2010 y el 2021, México ha tenido altas y bajas en cuestión a su producción y superficie sembrada de tomate; el mejor año que tuvo en producción fue en el año 2018, con 4,559,374.94 toneladas; sin embargo, el año con mayor superficie sembrada fue en el 2010 con 98, 189 hectáreas (FAO, 2023). Para el ciclo agrícola otoño-invierno (OI) 2023 se sembraron 23,283 hectáreas de tomate y su producción fue de 921,031 toneladas (SADER & SIAP, 2023).

SADER & SIAP (2023) reporta que Sinaloa se considera el primer productor de esta hortaliza, se reporta que tiene una producción de 561,125 t (aportando el 60.9 % del total a nivel internacional), en seguida se encuentra el estado de Baja California Sur con una producción de 71,581 t (aportando el 7.8 %) y Sonora cuenta con una producción de 48,260 t (aportando el 5.2%) (Tabla 1). Estos tres estados aportan el 73.9 % de la producción del país, considerándose como los estados con mayor importancia en la producción del tomate (SADER & SIAP, 2023).

Tabla 1: Producción de tomate por estado en el ciclo otoño-invierno (OI) 2022 y 2023 (SADER & SIAP, 2023).

Entidad Federativa	2022	2023	Variación		Part. % 2023
			Absoluta	%	
Total	862,557	921,031	58,474	6.8	100.0
Sinaloa	536,829	561,125	24,295	4.5	60.9
Baja California Sur	51,988	71,581	19,593	37.7	7.8
Sonora	43,370	48,260	4,890	11.3	5.2
Chiapas	32,426	32,216	190	0.6	3.5
Querétaro	23,155	30,084	6,929	29.9	3.3
Michoacán	36,855	25,006	-11,849	-32.2	2.7
Morelos	22,838	24,311	1,474	6.5	2.6
Oaxaca	23,006	22,000	-1,006	-4.4	2.4
Veracruz	18,088	18,604	516	2.9	2.0
San Luis Potosí	7,078	18,205	11,127	157.2	2.0
Guanajuato	7,850	12,894	5,044	64.3	1.4
Campeche	9,374	10,546	1,173	12.5	1.1
Colima	15,719	9,747	-5,971	-38.0	1.1
México	10,149	8,791	-1,358	-13.4	1.0
Guerrero	7,594	8,170	5,76	7.6	0.9
Jalisco	2,530	7,396	4,866	192.3	0.8
Nayarit	4,690	7,075	2,384	50.8	0.8
Tamaulipas	1,952	2,389	437	22.4	0.3
Quintana Roo	695	780	85	12.2	0.1
Aguascalientes	550	551	1	0.1	0.06
Tabasco	419	523	104	24.9	0.06
Yucatán	276	247	-29	-10.6	0.03
Hidalgo	137	131	-6	-4.6	0.01
Coahuila	4,988	0	-4,988	-100.0	0.0

1.5.- Taxonomía del tomate.

Carl Linneaus (1707-1778) fue la primera persona que clasificó el tomate en el género *Solanum* para posteriormente denominar su especie como *lycopersicum*; más adelante, el botánico Philip Miller (1691-1771) reclasificó el género y la especie, dándole su propio género y quedando como *Lycopersicum esculentum* (Saavedra, 2018).

Saavedra (2018) menciona en su boletín que después de varios análisis genéticos, realizados por diversos autores, fue nuevamente renombrado a la clasificación original dejando el tomate como *Solanum lycopersicum*.

Reino: Plantae.

Filo: Traheophyta.

Subfilo: Angiospermae.

Clase: Magnoliopsida.

Orden: Solanales.

Familia: Solanaceae.

Subfamilia: Solanoideae.

Tribu: Solaneae.

Género: *Solanum*.

Especie: *Solanum lycopersicum*.

Clasificación Taxonómica del tomate (NaturalistCO, 2019).

1.6.- Descripción Morfológica de la planta.

La planta de tomate es una planta perenne que se cultiva anualmente (tipo arbusto), puede llegar a ser semi-recta, erecta o rastrera; por otro lado, puede haber las plantas que crecer de forma ilimitada o las que su crecimiento es considerablemente limitado (Saavedra, 2018).

1.6.1.- Raíz

Considerada de amplio desarrollo capaz de llegar entre los 50 – 60 cm de profundidad (Laserna, 2010). Se compone de raíz principal y raíces adventicias y de ramificaciones que pueden llegar a formar una masa con un volumen considerable; por otro lado, Saavedra (2018) menciona que puede llegar a crecer 1,5 m de profundidad, además de que se estima que el 75% se encuentra entre las medidas mencionadas por el autor Laserna (2010) (estimación de 45 cm).

1.6.2.- Tallo.

Saavedra (2018) describe que la superficie es angulosa, con vellosidades o tricomas perfectamente visibles, además de que el tallo contiene glándulas que desprenden un líquido con un aroma muy característico. En su desarrollo es considerado erguido, sin embargo, cuando en algunos casos se vuelve rastrero por el peso de este (en algunas plantas indeterminadas se implementa el caso de podas y la conducción durante el crecimiento para evita que este se vuelva rastrera) (Laserna, 2010).

1.6.3.- Hojas.

Laserna (2010) describe que las hojas son imparipinnadas y son compuestas. Por otro lado, la hoja se constituye por 7 – 9 folíolos lobulares; sin embargo, Saavedra (2018) redacta que pueden llegar a tener de 7 a 11 folíolos lobulares. Las hojas también poseen glándulas aromáticas como el caso del tallo (Saavedra, 2018).

1.6.4.- Flor.

Tiene una formación denominada racimo de diferentes pisos (en algunos casos), de igual manera, cada inflorescencia se puede apreciar de 3 a 10 flores (Laserna, 2010). La flor es regular e hipógina, pétalos de color amarillo, en algunos casos puede llegar a tener hasta 50 flores por inflorescencia (en algunas variedades) (Saavedra, 2018).

1.6.5.- Fruto

En el caso del fruto, este se produce en forma de baya globosa (roja en la maduración), puede llegar a ser de textura lisa o acostillada (dependiendo de la variedad tratada), el fruto puede llegar a medir de 3cm de diámetro hasta 16 cm (Laserna, 2010).

1.6.6.- Semilla

Las semillas son de color grisáceo, de forma oval aplastada (Saavedra, 2018), en otras palabras, tiene forma de disco y es de tamaño pequeña (Laserna, 2010), está cubierta de vellosidades y oscila entre los 3 a 5 mm de tamaño (Saavedra, 2018.).

1.7.- Principales plagas del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)

El cultivo del tomate puede verse afectado por múltiples plagas, algunas de ellas pueden tener un umbral económico muy bajo afectando directamente al productor, además esto puede llegar a la reducción de la siembra a tal grado de ser casi nula (Garza, 2002).

1.7.1.- *Tetranychus urticae* (araña roja).

Esta plaga crece en el envés de la hoja, es una de las más comunes en los cultivos hortícolas (Rodríguez *et al.*, 2011); se ha encontrado en más de 3,877 especies de plantas hospederas y en 150 plantas es considerada una plaga económicamente crítica (Osman *et al.*, 2019).

Osman *et al.* (2019) menciona que los adultos y los estados inmaduros de este ácaro se alimentan primordialmente de las hojas más viejas, causando así los daños directos o los daños indirectos hacia las plantas (insertando su estilete en los tejidos de la planta).

Cuando este insecto se alimenta de las hojas causa la destrucción de las células, decoloraciones y desecaciones, que en la mayoría de los casos son las manchas amarillas o los abombamientos en el haz (Peralta *et al.*, 2022) (los primeros síntomas presentes se pueden apreciar con la luz). Los problemas más graves aparecen en los primeros estados fenológicos, además si estos están en grandes poblaciones pueden causar defoliación o incluso desecación. A esta plaga le favorecen las temperaturas altas y la falta de humedad relativa (Rodríguez *et al.*, 2011).

Por otro lado Peralta *et al.* (2022) menciona que *T. urticae* también se alimenta de los frutos, estos tienen manchas de aspecto enmohecido por gran parte de la superficie del fruto, sin embargo; si el ataque es de gran gravedad, el fruto se vuelve de color gris (en el limón aparecen manchas oscuras conocidas como "bigote del limón").

El monitoreo que propuso Peralta *et al.* (2022) consta de un cuadro o de un aro de 56 cm; dentro de dicho instrumento se deben de observar dos o más hojas con síntomas (manchas

amarillas) y que además estén ocupadas por dicho insecto, a esto el umbral debe de superar el 22% de araña roja en la hoja para que sea económicamente significativamente.

1.7.2.- *Bemisia tabaci* (Mosca blanca).

Es la causante de la destrucción de diversos cultivos en todo el mundo. Fue registrada en 1556, considerada una de las plagas con mayor importancia económica (umbral económico bajo); tienen un ciclo de vida de seis etapas (huevo, cuatro estados ninfales y la etapa adulta (Sani *et al.*, 2020).

Martínez *et al.* (2013) menciona en su artículo los daños que causa *B. tabaci*, se caracteriza por inyectar sustancias fitotóxicas a la planta (suceso realizado después de succionar la savia de la planta), por otro lado, también es transmisor de Geminivirus (causantes de enfermedades viróticas).

Sani *et al.* (2020) redacta que las ninfas de dicho insecto pueden ocasionar cambios en la fisiología de la planta por consecuencia de la inyección de enzimas (esto provoca una madures irregular en los frutos y un retraso en la coloración interna). Además *B. tabaci* excreta melaza, creando un medio apto para el crecimiento de hollín, por consecuencia se reducirían las actividades fotosintéticas y afectaría directamente la calidad de los productos; por otro lado, también provoca la coloración amarilla en las hojas y con aspecto arrugado (alimentación del insecto), provocando el atraso del crecimiento en la planta.

Los umbrales establecidos por algunas organizaciones son de cinco adultos por hoja (en cultivos de tomate) o de cuatro ninfas por foliolo, a esto podemos decir que el umbral es económicamente significativo (SADER & SENASICA, 2020).

1.7.3.- *Frankliniella occidentalis* (Trips).

Es una especie considerada una plaga de gravedad para muchas hortalizas y ornamentales, sus daños afectan a 219 especies aproximadamente (Kumm & Moritz, 2010). Esta plaga puede localizarse dentro de los tejidos de hojas y frutos, sin embargo, prefieren establecerse en las flores (se localizan grandes cantidades de la población, principalmente adultos y las larvas nacidas) (Rodríguez *et al.*, 2011).

Por otro lado, Kumm y Moritz (2010) mencionan que *F. occidentalis* es transmisor del tospovirus (único virus que infecta plantas), además Rodríguez *et al.* (2011) menciona que

causa daños directos e indirectos; la alimentación de los adultos y de las ninfas causan un aspecto plateado en los órganos que posteriormente se necrosan (daño directo), por otro lado, causan la transmisión del virus bronceado del tomate (daño indirecto) como lo mencionaron Kumm y Moritz (2010).

Morena (2018) menciona que varía la especie de Trips sobre el cultivo en que se encuentra situado para considerarse un problema económico; la densidad de 10 o más adultos de *F. tritici* por flor son tolerados antes de recomendar un control por otro lado, en el caso de *F. occidentalis* es de un adulto por flor para el cultivo de tomate y seis adultos por flor en el caso de berenjena.

1.7.4.- *Aphis* spp. (Pulgones).

Considerada una de las plagas más comunes y abundantes en invernadero, además sus colonias crecen principalmente en primavera y en otoño mediante hembras aladas. Estas hembras presentan polimorfismo y ápteras de reproducción vivípara (Rodríguez *et al.*, 2011).

Causan decoloración en las hojas y tallos por succionar la savia de estos (parecido a la mosca blanca), también causa crecimiento atrofiado y las heridas grandes causan melaza, esto a su vez causa que otros insectos se alimenten y esté la posibilidad de crecimiento de hongos (*Áfidos*, 2023).

Por otro lado, en cuanto al umbral económico, si se encuentra un 10% de población sobre la planta, no es considerado económicamente peligroso, en cambio, si encontramos un 60 % de población en la planta ya es significativamente peligroso y ya afecta directamente en la economía del productor (MAPA, 2021).

1.8.- Origen de *Bactericera cockerelli*.

La identificación de la especie ocurrió a través del trabajo taxonómico de Sulc, que fue elaborada por una colecta de insectos del catedrático de la Universidad de Colorado, el Dr. Cockerelli en 1909 (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, 2015). La especie fue denominada principalmente como *Trioza cockerelli* (nombre propuesto por Sulc en 1909), sin embargo, este más adelante fue modificado y confirmado taxonómicamente como *Paratrioza cockerelli* (Vargas, 2018). Vargas (2018) menciona que, el género de esta especie fue revisado y finalmente se le asignó el nombre de *Bactericera cockerelli*.

1.9.- Distribución Mundial de *Bactericera cockerelli*.

Bactericera cockerelli fue encontrado también en Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, El Salvador y Ecuador, Belice, la isla de Norfolk (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2020), República Dominicana, Panamá, Costa Rica (OIRSA, 2015), en los alrededores de Australia continental y Australia Occidental (Perth). No hay registros en el Centro o Sudamérica (Vereijssen, 2022) (Figura 4).

Además, Vereijssen (2022) menciona que este psílido es localizado primordialmente en los Estados Unidos, abarcando Nuevo México, Arizona, Colorado y Nevada; su distribución se ha ampliado hasta California, Wyoming, Oregón, Washington, y se ha documentado en Kansas, Dakota del Norte y Dakota del sur, entre otros estados más.

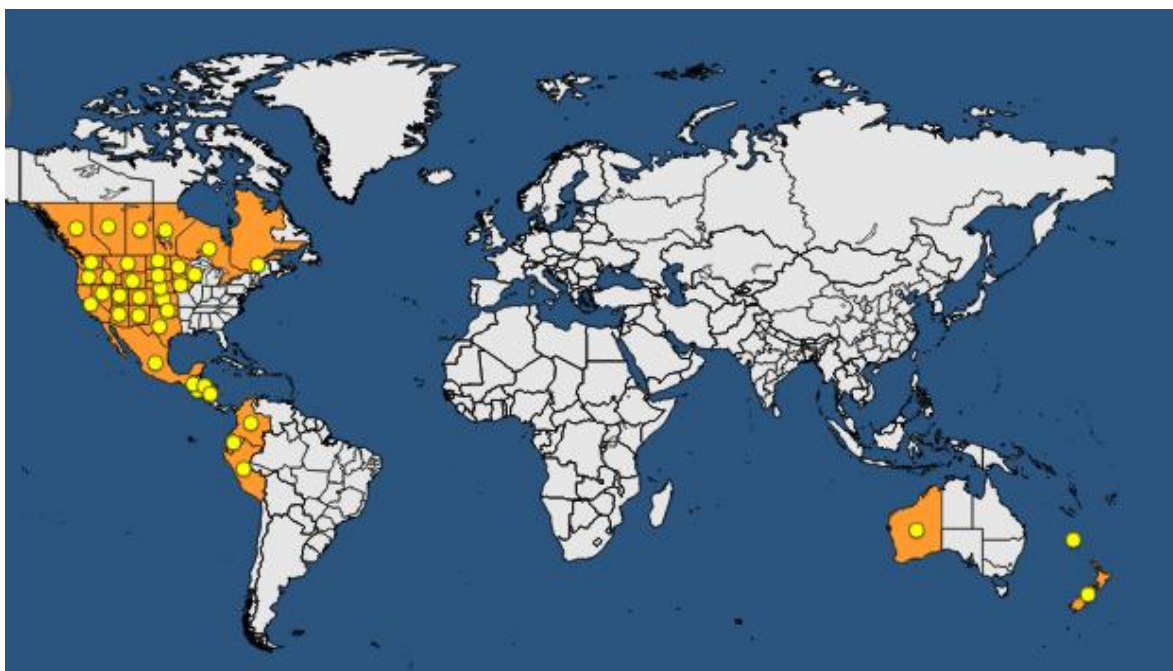


Figura 4. Distribución Mundial de *Bactericera cockerelli* (EPPO, 2023).

1.10.- Distribución de *Bactericera cockerelli* en México.

Es una plaga de mucha importancia económica que tiene una amplia distribución en toda la República Mexicana. Se han encontrado gran variedad de ejemplares en Tamaulipas, Ciudad de México, Durango, Coahuila, Chihuahua, Morelos, San Luis Potosí, Baja California, Nayarit, Jalisco, Michoacán, Aguascalientes, Zacatecas, Sinaloa y Guanajuato (Pletsch, 1947; Vega *et al.*, Cerna *et al.*, 2021).

Un recorrido realizado por Cerna *et al.* (2021) en donde colectaron ejemplares de *B. cockerelli* de diversos estados, pudieron reconocer que, además de los estados ya mencionados, se encuentra Nuevo León y Puebla como lugares en donde es posible encontrar a este psílido.

1.11.- Clasificación Taxonómica.

OIRSA (2015) menciona que al principio la especie fue ubicada en el género *Trioza* (Sulc, 1909), más tarde se realizó el cambio de género a *Paratrioza* (propuesto por Cawford en 1914) y como resultado lo dejaron dentro del género *Bactericera* en la familia Triozidae (Propuesto por Burckhardt, Lauterer (1997) y Hodkinson (2009).

La acción anterior fue corroborada por dos autores (Burckhardt y Ouvrard en el 2012) en la revisión realizada de la clasificación de Psylloidea, en donde estaban de acuerdo del género propuesto, además fue esta la razón por la que al insecto se le nombra comúnmente como psílido (Tamayo, 2014 citados por OIRSA, 2015).

Reino: Animalia.

Filo: Artróprodos.

Subfilo: Hexápoda.

Clase: Insecta.

Orden: Hemíptera.

Suborden: Esternorrincha.

Familia: Triozidae.

Género: *Bactericera*.

Especie: *Bactericera cockerelli*.

Taxonomía de *Bactericera cockerelli* (EPPO, 2023).

1.12.- Ciclo Biológico de *Bactericera cockerelli*.

Es considerado una especie polivoltina que tiene más de una generación por año, además se asemejan generalmente a una cigarra diminuta, ya que, sus alas se mantienen en ángulo sobre su cuerpo. Vereijssen (2022) menciona que el color del cuerpo de este psílido varía entre un verde pálido (emergencia) hasta un verde oscuro o marrón (después de 2 o 3 días), para finalizar en un color gris o negro.

Su ciclo biológico consta de: huevecillo, cinco estadios ninfales y finalmente el adulto (Carmen, 2021) (Figura 5). Este ciclo se completa aproximadamente en 30 días acumulando 355.81 unidades calor (UC) (Caudillo, 2010), sin embargo, diferentes autores mencionan que *B. cockerelli* necesita de 366 unidades calor (UC) o incluso de 288 unidades calor (UC) (cultivos como el del tomate y el chile) (Ramírez et al., 2008).

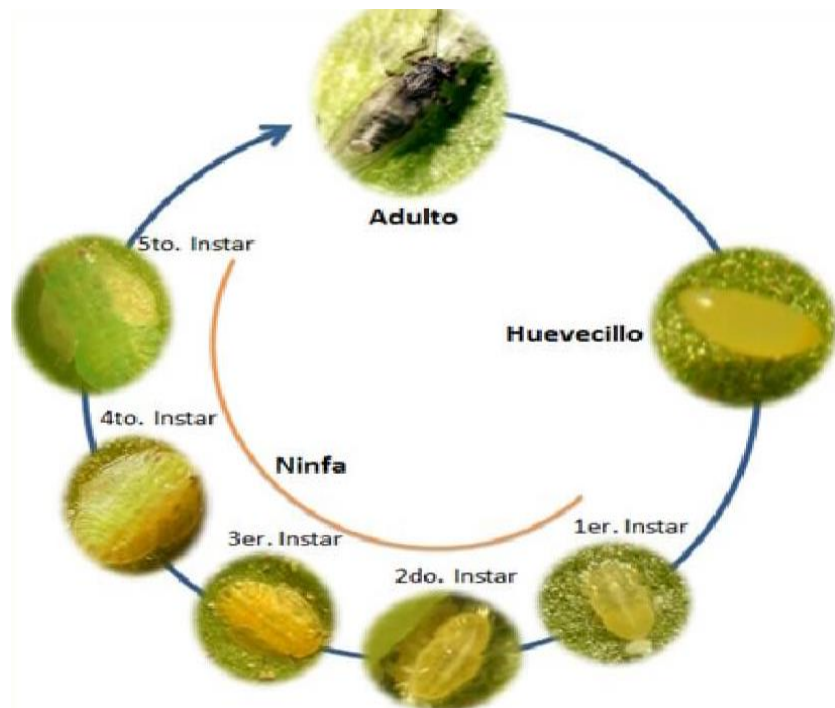


Figura 5. Ciclo de vida de *Bactericera cockerelli* (INTAGRI, 2016).

1.13.- Características Morfológicas.

1.13.1.- Huevo.

Procede a tener un color amarillento-anaranjado, con su corion brillante, considerado de forma ovoide (Mogro *et al.*, 2022); el huevecillo (apenas visible) presenta un pequeño

filamento corto en uno de sus extremos, este le permite adherirse en el envés de la superficie de las hojas (generalmente en el borde de la hoja) (Falcones, 2020) (Figura 6).

Los huevecillos llegan a medir entre 0.32 y 0.34 mm de largo, y 0.13 y 0.15 mm de ancho y el filamento que los sostiene llega a medir entre 0.48 y 0.51 mm, por otro lado, los huevos de este psílido eclosionan entre 3 y 7 días después de la oviposición (se depositan individualmente) (Vereijssen, 2022).



Figura 6. Huevo de *B. cockerelli* sostenido por el pedicelo.

1.13.2.- Estadios ninfales.

Vereijssen (2022) menciona que hay cinco estados ninfales, cada una presenta similitudes en sus características morfológicas; tienen forma oval, aplanados dorsoventralmente (OIRSA, 2015). Las ninfas recién nacidas son de color amarillento o anaranjado opaco, sin embargo, conforme se va desarrollando se vuelven más verdes (Falcones, 2020). Además presentan ojos compuestos de color rojo bien definidos (semejantes a escamas), sus antenas son sencillas placoides que con el tiempo van aumentando en número y son considerablemente más notorias cuando avanza por los diferentes estadios (Falcones, 2020). OIRSA (2015) alude en su manual que el perímetro del cuerpo de la ninfa presenta una textura cilíndrica que lleva filamentos cerosos, estos forman un halo alrededor del cuerpo (Figura 7).

El cuerpo de la ninfa varía dependiendo del estado ninfal en el que se encuentra, oscila entre los 0.23 y 1.60 mm (Vereijssen, 2022), cabe aclarar que el tiempo de desarrollo de la ninfa

depende de la temperatura y de la planta huésped, sin embargo, han informado que su rango es de 12 a 24 días y tienen una supervivencia del 41 % (Toledo, 2014).

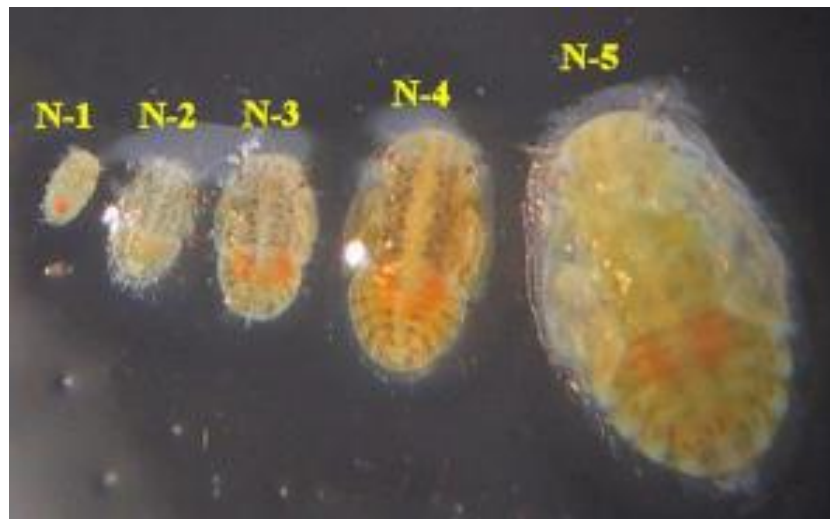


Figura 7. Proceso de los estadios ninfales de *B. cockerelli* (Admi, 2019).

1.13.2.1- Primer estadio.

En este estadio no se tienen bien definidas algunas partes del cuerpo, las segmentaciones en las patas son poco visibles al igual que el paquete alar; son consideradas de color amarillo-anaranjado, además las antenas son segmentos basales cortos y se consideran gruesos (se adelgazan en un pequeño segmento con dos setas sensoras hasta el final) y sus ojos notoriamente anaranjados (OIRSA, 2015) (Figura 8).

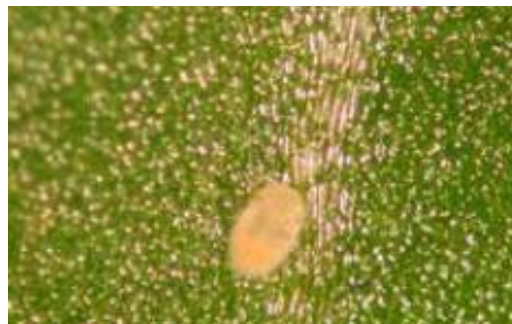


Figura 8. Primer estadio ninfa de *B. cockerelli* (OIRSA, 2015).

1.13.2.2.- Segundo estadio.

En este estadio y los próximos se pueden apreciar claramente las divisiones que antes no eran visibles, un ejemplo de lo anterior serían las divisiones entre cabeza, tórax y abdomen de la ninfa, también se hacen notables los paquetes alares y la segmentación en las patas que en el

primer estadio no eran visibles; son consideradas de color verde-amarillento (tórax y en la cabeza de un matiz amarillento) (Córdova, 2019) (Figura 9).

Por otro lado, la ninfa del segundo estadio presenta los ojos de un color anaranjado oscuro y el abdomen es amarillento que presenta un par de espiráculos en cada uno de los primeros segmentos (Falcones, 2020), además OIRA (2015) hace notar en su artículo que las antenas son gruesas en su base y se hacen estrechas hacia su parte apical (se presentan dos setas sensoriales).



Figura 9. Segundo estadio ninfal de *B. cockerelli* (Falcones, 2020).

1.13.2.3.- Tercer estadio.

Mogro *et al.* (2022), menciona que la cabeza es amarillenta y las antenas presentan las mismas características que el estadio anterior, asimismo el tórax sigue siendo de color verde-amarillento y se siguen observando con facilidad los paquetes alares (ubicados en el mesotórax y en el metatórax); los ojos son de coloración rojiza y la segmentación entre la cabeza, el tórax y el abdomen es notoria (Córdova, 2019) (Figura 10).



Figura 10. Tercer estadio ninfal de *B. cockerelli* (OIRSA, 2015).

1.13.2.4.- Cuarto estadio.

Las antenas y la cabeza tienen las mismas características que el estadio anterior, el tórax presenta el mismo color ya antes mencionado y los paquetes alares igualmente bien definidos (OIRSA, 2015). Mogro *et al.* (2022) señala en su artículo que la segmentación de las patas está bien definida y se pueden apreciar con claridad la parte terminal de las tibias, los segmentos tarsales y el par de uñas, cabe mencionar que estas características se ven fácilmente en las ninfas que son aclaradas y montadas, ahora bien, cada uno de los primeros segmentos abdominales tiene un par de espiráculos (Falcones, 2020) (Figura 11).



Figura 11. Cuarto estadio ninfal *B. cockerelli* (OIRSA, 2015).

1.13.2.5.- Quinto estadio.

OIRSA (2015) resalta como primer punto que la segmentación entre la cabeza, tórax y abdomen está bien definida, de igual manera los tres pares de patas (segmentación bien definida) y los paquetes alares (sobresalen del cuerpo); la cabeza como el abdomen presentan una tonalidad verde claro y el tórax una tonalidad un poco más oscura (en otros estadios la coloración era amarillenta) (Figura 12).

Las antenas están seleccionadas por dos partes (por una hendidura) esta está localizada cerca de la parte media; Falcones (2020) alude que la parte basal es gruesa y la parte apical es filiforme, así mismo se observan seis placoides sencillos (visibles en ninfas aclaradas y montadas), y los ojos son de una tonalidad guinda. El abdomen es considerado semicircular, con un par de espiráculos en cada uno de los cuatro segmentos (Mogro *et al.*, 2022).



Figura 12. Quinto estadio ninfal de *B. cockerelli* (Falcones, 2020).

1.13.3.- Adulto

Los adultos llegan medir entre 2.5 mm y 2.75 mm de largo (generalmente se le da la similitud a una cigarra diminuta) (Vereijssen, 2022), sin embargo, algunos autores tales como Falcones (2020) y Mogro *et al* (2022) mencionan que los adultos de *B. cockerelli* pueden llegar a medir 2 mm de longitud; poseen dos pares de alas claras, las delanteras contienen venas llamativas y son considerablemente más grandes que las traseras (Vereijssen, 2022). El color de su cuerpo cambia gradualmente a una tonalidad amarillenta clara hacia un verde pálido (cuando se trata de un recién emergido) (Figura 13A), después de dos o tres días a un café o verde (Falcones, 2020) (Figura 13B) y finalmente a los cinco días un color gris, café o negro (Magro *et al.*, 2022) (Figura 14). El adulto que presenta la coloración de amarillo a verde se le considera teneral esto debido a que es inactivo y es de alas blancas que al paso de tres o cuatro horas se tornan transparentes (OIRSA, 2015).

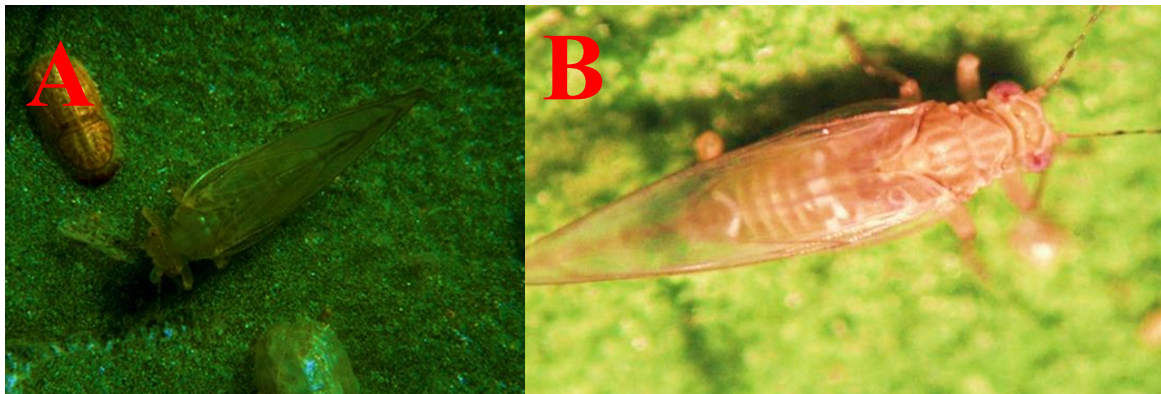


Figura 13. Adultos de *B. cockerelli*. A) recién emergido. B) Adulto de *B. cockerelli* después de dos o tres días (Cortez, 2011).

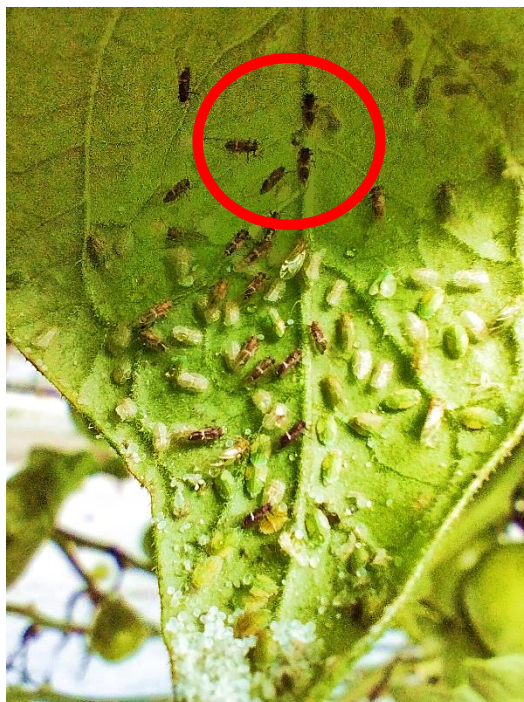


Figura 14. Adulto de *B. cockerelli* después de cinco días.

OIRSA (2015) escribió que el cambio de color que hay en el adulto (de verde a café oscuro) sucede en los primeros siete o diez días de alcanzar la adultez (hay datos que mencionan que la coloración del insecto cambia cuando el adulto se aparea); tiene tarsos de dos segmentos y antenas que son filiformes de diez segmentos (Magro *et al.*, 2022). Las alas son aproximadamente 1.5 veces el largo del cuerpo (Falcones, 2020).

La cabeza tiene una mancha de color café, esta mancha marca la división con el tórax, este mismo tiene un color amarillo con manchas de color café (bien definidas) y los ojos son grandes de color café (OIRSA, 2015).

Los adultos tienen una vida más activa a diferencia de los estadios ninfales, es decir que llevan una vida más sedentaria (Vereijssen, 2022)., además la longevidad de los adultos es de aproximadamente entre los 20 y los 60 días (Toledo, 2014).

Las hembras viven aproximadamente 21 días y ovipositan cerca de 300 a 500 huevecillos (a lo largo de su vida) en el envés de la hoja (hojas medias e inferiores de las plantas) (Falcones, 2020). Cada hembra al día deposita entre 1 y 11 huevecillos, es decir, que oviposita diariamente 37.6 huevecillos (en promedio) (Magro *et al.*, 2022). Lo más distintivo de la

hembra es una mancha en forma de “Y”, ubicada en la parte media dorsal (Córdova, 2019) (Figura 15), además su abdomen es de cinco segmentos que son visibles más el segmento genital.



Figura 15. Hembra de *B. cockerelli* con su distintivo "Y" (OIRSA, 2015).

Los machos tienen a vivir menos que las hembras (tres veces menos) (Falcones, 2020); OIRSA (2015) menciona que dorsalmente se le distinguen los genitales con estructuras en forma de pinzas (Figura 16), característico de este sexo, contiene seis segmentos que son visibles más el genital (ubicado sobre la parte media dorsal del abdomen).



Figura 16. Macho de *B. cockerelli* con sus genitales en forma de pinzas (OIRSA, 2015).

1.14.- Condiciones Climáticas

Considerado como un insecto de zonas templadas, es decir, que la preferencia del insecto es de climas cálido (no calientes) (Medina *et al.*, 2016). Las características del ciclo de *B. cockerelli* se ven afectadas por condiciones extremas de temperatura, tomando en cuenta tanto el frío como el calor, en otras palabras, la temperatura es un factor de suma importancia

para indicar que tanta población puede llegar a encontrarse; el rango óptimo de temperatura es de 21 a 27 °C (OIRSA, 2015), por otro lado, Medina *et al.* (2016) menciona en su boletín que a 26 °C OIRSA (2015) menciona que 27 °C hay una mejor oviposición, un mejor desarrollo y sobre todo una mejor sobrevivencia.

Cuando se tiene una temperatura mayor a 30 °C (Medina *et al.*, 2016) o en algunas ocasiones a 32 °C (OIRSA, 2015), se reduce la puesta de huevecillos y la eclosión de esta, otro punto que se menciona en el boletín de Medina *et al.*, (2016) es que a una temperatura de 38 °C las ninfas son afectadas en cuestión de dos horas. Las temperaturas mínimas umbrales para este psílido son de 4.2, 7.1 y 7.9 °C (solo cuando se alimentan del cultivo de papa), y 5.3, 7.2 y 7.5 °C (cuando se alimentan del cultivo del tomate) (Medina *et al.*, 2016).

1.15.- Hospedantes

Su hospedante considerado como principal es la familia de las solanáceas (cultivadas como silvestres), destacan cultivos como: *Solanum tuberosum* L. (la papa), *Solanum lycopersicum* L. (tomate), *Solanum melongena* L. (berenjena), *Capsicum annun* L. (chile), *Physalis ixocarpa* (tomate de cáscara), *Nicotiana tabacum* (tabaco), (Carmen, 2021), *Ipomoea batatas* (camote), *Solanum betaceum* (tomate de árbol o tamarillo), *Physalis peruviana* (aguaymanto, uchuva o uvilla) (Pérez *et al.*, 2021); especies silvestres tales como: *Solanum nigrum* L. (hierba mora) y *Datura stramonium* L. (toloache común) (OIRSA, 2015).

1.16.- Mecanismo de Alimentación de *Bactericera cockerelli*.

El Ministerio de Agricultura y Ganadería (2017) menciona a este psílido con un aparato bucal picador – chupador, armado con un estilete de dos ductos (uno de entrada y uno de salida), uno es encargado de succionar la savia de la planta y el otro inyecta su saliva a la planta. Produce dos tipos de daño el directo y el indirecto (Villegas *et al.*, 2017)

1.17.- Daños causados por *Bactericera cockerelli*.

1.17.1.- Daño Directo.

Los daños directos son principalmente causados por las ninfas, estas inyectan toxinas e inducen síntomas de amarillamiento (Actualidad Fitosanitaria, 2010). El Ministerio de Agricultura y Ganadería (2017) menciona en su hoja divulgativa que estos daños provocados

fueron atribuidos a los procesos de alimentación de las ninfas (causando así amarillamiento en las hojas de las plantas), esto fue confirmado al retirar las ninfas de dicha planta por Richards, quien observó como la sintomatología de la enfermedad iba desapareciendo y la coloración verde volvía a su estado normal.

Por otra parte, las ninfas de *B. cockerelli* no solo provocan el amarillamiento en hojas, sino que también el achaparramiento de la planta, entrenudos cortos y engrosados, afectando la calidad del fruto y el rendimiento de este (SAGARPA *et al.*, 2014).

1.17.2.- Daño Indirecto.

Este se atribuye a los daños que indirectamente causa *B. cockerelli* (ninfa o adulto), un ejemplo de ello es la bacteria que provocan las enfermedades del “permanente del tomate”, “punta morada de la papa” (Caudillo, 2010) y el “manchado del tubérculo” (zebra chips) (Villegas *et al.*, 2017). Recientemente se ha encontrado que este psílido está asociado con la bacteria *Candidatus Liberibacter Solanacearum* (Velazquez, 2019).

1.19.- Manejo de *Bactericera cockerelli*.

1.19.1.- Control Etológico.

Las trampas de color verde y amarilla son una buena opción para estimar el nivel de población de este psílido (en los adultos) (Actualidad Fitosanitaria, 2010)., sin embargo, las trampas más efectivas son las de color amarillo, estas se recomiendan aplicar desde el inicio del cultivo y dando una distancia prolongada para posteriormente colocar otra (OIRSA, 2015).

1.19.2.- Control Cultural.

Según redacta OIRSA (2015), es recomendable la producción de plántula (sea el caso de tubérculo) para semilla libre de fitopatógenos y de plagas; otra opción sería la fecha de siembra y/o de trasplante, esta tiene que ser acorde al diseño del cultivo para así crear un patrón que reduzca el problema.

A demás la eliminación de maleza hospedadora de *B.cockerelli* que estén cerca del cultivo de interés (Comité Estatal de Sanidad Vegetal, 2014) y la destrucción de residuos (rastros) son otros métodos que pueden ser utilizados para tener un buen control cultural (Actualidad Fitosanitaria, 2010).

1.19.3.- Control Químico.

Es uno de los métodos más utilizados para el control de paratíoxa, sin embargo, este psílido es una plaga con alta capacidad para poder desarrollar resistencia a los insecticidas aplicados, por eso es necesario utilizarlos cuando la población indique un riesgo alto para el cultivo, se considera un riesgo alto cuando el umbral es de más de 30 ninfas por planta (Luna, 2010).

Al mismo tiempo, el control químico si es aplicado sin una estrategia puede llevar a fuertes gastos y además es fundamental que tenga amplia cobertura de aplicación o este no tendrá efecto (SAGARPA *et al.*, 2014).

Por otro lado, hay que mencionar que su manejo por este medio ha provocado problemas de contaminación en el medio ambiente, también intoxicación de quienes lo aplican, desequilibrio el ecosistema, entre otras situaciones más (Luna, 2010).

Luna (2010) menciona que en Coahuila y en San Luis Potosí (hablando solo del territorio mexicano) se realizan más de doce aplicaciones de insecticidas durante la temporada del cultivo de tomate, y no se conoce con exactitud el estado de susceptibilidad de los agroquímicos. Se pueden aplicar los siguientes agroquímicos para el control de *B. cockerelli*, considerando que no todos los insecticidas son eficientes para dicho control (Tabla 2).

Tabla 2. Aplicaciones recomendadas para el control de *B. cockerelli* (Gobierno de República de Honduras, 2016) (SAGARPA *et al.*, 2014).

Ingrediente activo	Dosis
Thiametaxan	600 g/ha
Abamectina	0.5 – 0.75 l/ha
Bifentrina	400 – 600 g/ha
Dinotefuran	1.0 – 1.5 l/ha (suelo) 0.5 – 1.0 l/ha (follaje)
Imidacloprid	0.75 – 1.0 l/ha (suelo) 250 – 500 ml/ha (follaje)
Flonicamid	150 g/ha

Amitraz	1.0 – 1.5 l/ha
Spiromesifen	0.5 l/ha
Acetamiprid	250 – 375 g/ha
Esfenvalerato	500 ml/ha

1.19.4.- Control Biológico.

Es el control mediante diversos métodos que no sean el químico, este control ayuda a disminuir el uso excesivo de insecticidas utilizando enemigos naturales del propio insecto, depredadores, parasitoides o incluso hongos entomopatógenos; además ayuda a mantener las poblaciones en niveles que no causan daño económico y por lo tanto previenen el impacto negativo al ser humano y al medio ambiente (Caudillo, 2010).

Algunos de los depredadores de *B. cockerelli* según SAGARPA *et al.* (2014), son *Chrysoperla* spp (león de los áfidos) e *Hippodamia convergens* (catarinita roja). Para el caso del parasitoide en ninfas se encuentra *Tamarixia triozae* (avispa parasitaria) (Olaniyan *et al.*, 2020).

Por otro lado, ORSA (2015) menciona más depredadores aparte de los ya mencionados, uno de ellos es *Geocoris* sp. (chinche ojona); *Nabis fesus* L. (chinche) y *Orius* spp (chinche). Para el caso de parasitoides OIRSA (2015) solo menciona a *Methaphycus psyllidus*.

Por otra parte, el control biológico también abarca los hongos entomopatógenos Mejía *et al.*, (2008) menciona que *Verticillium lecanii*, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Paecilomyces fumosoroseus* (OIRSA, 2015).

1.19.4.1.- *Beauveria bassiana*.

Algunos autores mencionan que este hongo proviene de la clase Deutomycetes, con respecto a Dannon *et al.* (2020) que menciona que *B. bassiana* pertenece a la clase Sordariomycetes; es considerado un hongo imperfecto con apariencia polvosa, de color amarillo cremoso o de color blanco algodonoso (Dannon *et al.*, 2020), así mismo, *Beauveria bassiana* es capaz de afectar a más de 200 especies de insectos (considerados plaga), considerándose como uno de los agentes de control biológico más efectivos (Certis Belchim, 2022).

Reino: Fungi.

Sub-reino: Dikarya.

Filum: Pezizomycotina.

Clase: Sordariomycetes.

Sub-clase: Hypocreomycetidae.

Orden: Hypocreales.

Familia: Cordycipitaceae.

Género: Cordyceps.

Especie: *Beauveria bassiana*.

Clasificación taxonómica de *Beauveria bassiana* (Damas, 2012).

Según Mascarin y Jaronski (2016) el ciclo de este hongo entomopatógeno consta de diversas etapas o procesos, en donde la infección inicia mediante una unión de conidias en la cutícula del insecto, estas germinan y logran penetrar la cutícula con ayuda de enzimas hidrolíticas (Figura 17 A). Certis Belchim (2022) menciona que consta de 4 fases o etapas, estas son: la adhesión, germinación, la penetración, ramificación, la fase parasítica y la fase saprofítica. Visto microscópicamente este tiene conidióforos de 1 a 2 micras de diámetro, su micelio es septado, esporas hialinas redondas y ovaladas de 2 a 3 micras de diámetro, que se insertan en el raquis (Chiriboga *et al.*, 2015) (Figura 17 B).

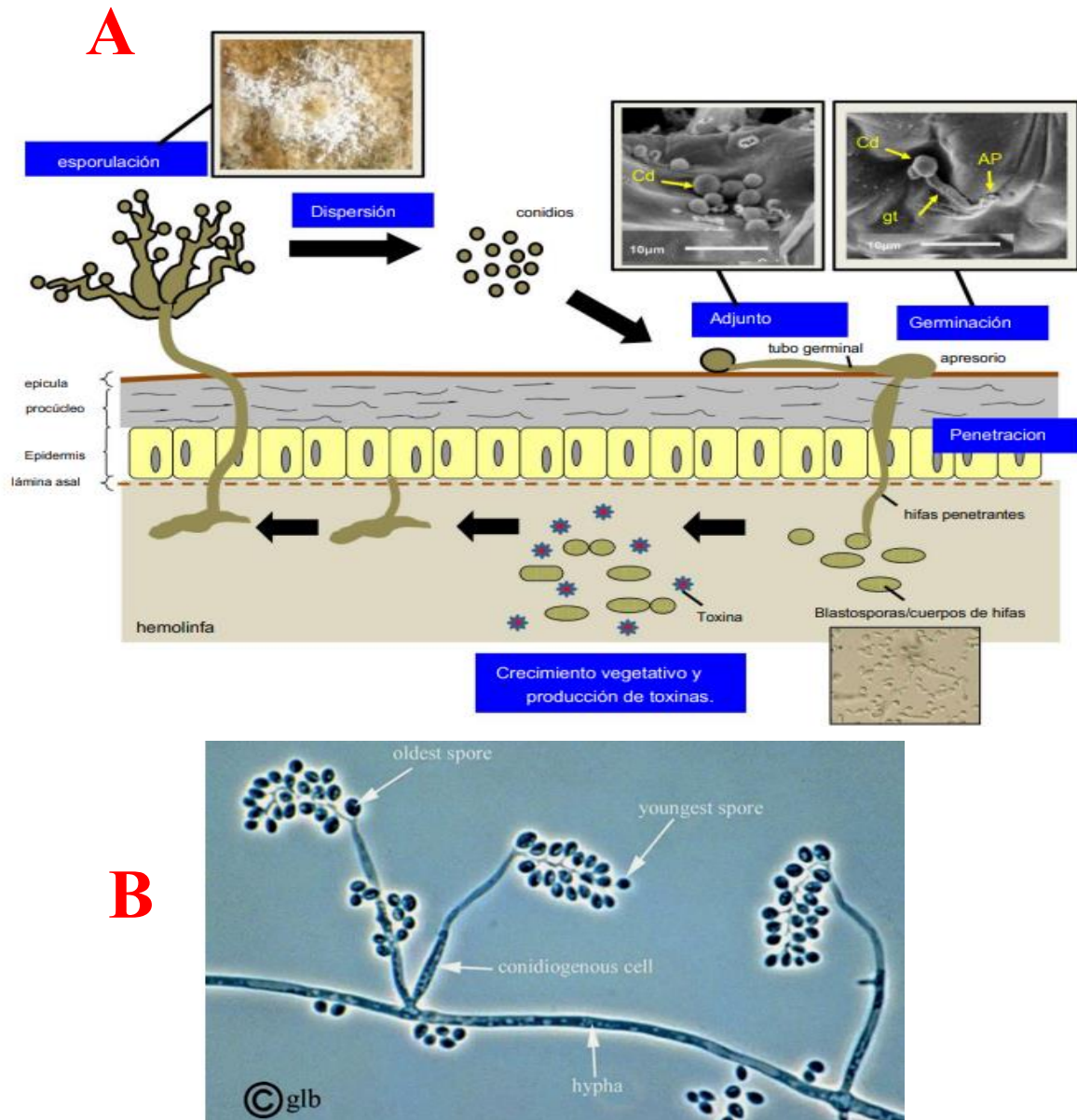


Figura 17. Ciclo de vida de *Beauveria bassiana* sobre un insecto (A) (Mascarin y Jaronski, 2016). *Beauveria bassiana* vista bajo un microscopio (B) (Chiriboga et al., 2015).

1.19.4.2.- *Metarhizium anisopliae*.

Fue aislado en 1879, es un hongo entomopatógeno que se observó de manera natural en más de 300 especies de insectos de diferentes órdenes (Rosas *et al.*, 2020), además es un hongo cosmopolita que pertenece a la clase Sordariomycetes, este hongo entomopatógeno se puede reproducir a través de la formación de conidias (figura 18); esta enfermedad se le conoce como la mucosidad verde (Pavone, 2022).

Reino: Fungi.

Sub-reino: Dikarya.

Filo: Ascomycota.

Clase: Sordariomycetes.

Orden: Hypocreales.

Familia: Clavicipitaceae.

Género: *Metarhizium*.

Especie: *Metarhizium anisopliae*.

Clasificación taxonómica de *Metarhizium anisopliae* (Cortegana, 2017).

Pavone (2022) redacta que en la literatura científica hay reportes de 76 especies de este género de hongo, pone énfasis en que hay géneros que en su mayoría son generalistas y muy pocos especialistas.

Un aporte muy bueno que hace *Metarhizium anisopliae* es que actúa como un probiótico que desplaza microorganismos perjudiciales, por otra parte, se puede llegar a comportar como un hongo parecido a las micorrizas, esto beneficia a la mejora de la absorción de nutrientes y de la absorción de agua, además activan una resistencia sistemática que se encuentra en la planta hospedante (Pavone, 2022).

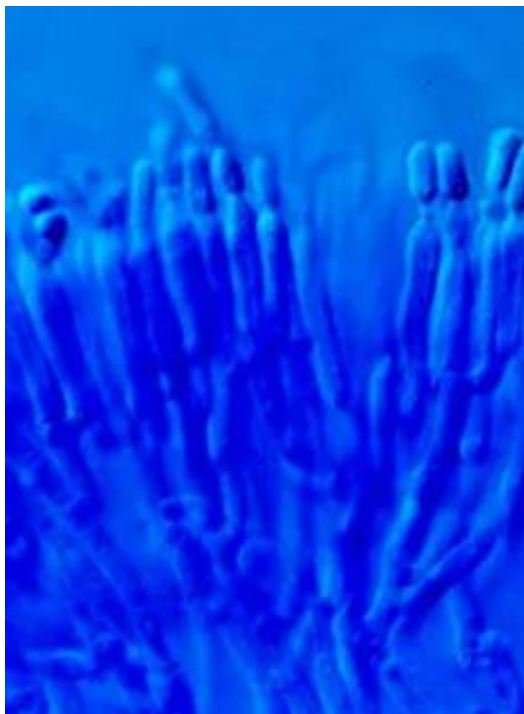


Figura 18. Conidias vistas bajo un microscopio (Pavone, 2022)

1.19.5.- Control Biorracional.

Es implementado recientemente, se han utilizado productos derivados de extractos vegetales, hongos, bacterias, minerales e incluso sustancias producidas por microorganismos, además su descomposición es en pocas horas después de la aplicación (González, 2012).

Algunos productos que se han reportado para el manejo biorracional de *B. cockerelli* los cuales son kaolín, aceites minerales y aceites de plantas, que han logrado reducir los niveles de oviposición y alimentación del psílido; así como productos comerciales como los aceites esenciales (Sun Spray) o el extracto de *Chenopodium ambrosioides* (Requiem) han mostrado una repelencia significativamente en adultos en el rango de 77.2– 95.4 %, así mismo han registrado la disminución de la ovoposición. Sin embargo, a nivel de laboratorio el extracto de *Heliopsis longipes* ha demostrado ser eficiente en la mortalidad (30-100%) de las ninfas (Delgado *et al.*, 2019).

Barrios *et al.* (2016) menciona que entre los más recomendados para el control de paratrioza es utilizar el refinado de soya, aceite de neem (*Azadirachta indica*), cal micronizada, jabones agrícolas y extractos de ajo (*Allium sativum*).

1.19.5.1.- *Crotalaria longirostrata*.

Crotalaria es un género que cuenta con 79 especies nativas de América, sin embargo, se registran entre 600 y 700 especies diferentes distribuidas en todo el mundo (Peña *et al.*, 2022). Esta planta es conocido como chipilín, de acuerdo con el autor Peña *et al.* (2022) menciona que se distribuye principalmente entre Centroamérica y México, estados como Guerrero, Jalisco, Estado de México, Morelos, Oaxaca, Chiapas entre otros más.

C. longirostrata es un arbusto que pertenece a la familia de las Fabáceas (De la Cruz, 2020), tiene una altura aproximadamente de entre 119 cm a 183 cm (aproximadamente casi los 2 metros), tiene ramas verticales de forma cilíndrica, los días en que crece su floración es de 60 a 92 días, sin embargo, no tiene una duración muy prolongada (13 a 19 días), sus frutos se forman entre 76 y 114 días (madurez del mismo fruto es entre 17 a 50 días), y es una planta que contiene entre 71 a 103 semillas por gramo (promedio de 99 semillas por gramo) (Murcia, 2015).

Linneo (1753) fue la primera persona en describir esta especie y De Avendaño 14 Candolle (1825) propuso subdivisiones (Avendaño, 2011). De la cruz (2020) menciona que taxonómicamente pertenece al orden Fabales, mientras que Murcia (2015) menciona que pertenece al orden Leguminosales, tendiendo la siguiente clasificación taxonómica de *Crotalaria longirostrata* (De la Cruz, 2020).

Reino: Plantae.

División: Magnoliophyta.

Clase: Magnoliopsida.

Subclase: Rosidae.

Orden: Fabales.

Familia: Fabacea.

Subfamilia: Faboideae.

Tribu: Crotalariaea.

Género: *Crotalaria*.

Especie: *Crotalaria longirostrata*.

La familia de las Fabáceas se ha identificado como ricas en AP, es decir, ricas en alcaloides de pirrolizidina, estos compuestos son considerados como tóxicos, por lo que *Crotalaria longirostrata* ha sido registrada como una planta rica en AP, evitando el ataque de insectos (López, 2022).

Según el estudio realizado por López, *et al* (2022), se evaluó la actividad biológica de *Crotalaria longirostrata* sobre ninfas de *Bactericera cockerelli*, dando como resultado un control para dicho insecto, además fue sugerido como un producto alternativo, de origen botánico, para el manejo de *B. cockerelli*.

Este control fue emitido en concentraciones superiores a 16 mg/mL, dando como resultado la mortalidad de más del 80% de la población estudiada (dentro de las primeras 24 horas); por otra parte, a partir de 12 mg/mL los autores mencionan que su mortalidad aumentó hasta un 90% en la población estudiada (dentro de las 48 horas).

2.- MATERIALES Y MÉTODOS

2.1.- Ubicación del área de trabajo.

El trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Fitopatología de Postgrado del Departamento de Parasitología, localizado en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), Buenavista, Saltillo, Coahuila, México (Figura 19).



Figura 19. Departamento de Parasitología de la UAAAN.

2.2.- Obtención del material biológico.

Las cepas fueron proporcionadas por el Dr. Juan Carlos Delgado Ortiz, se reactivaron cinco diferentes cepas, cuatro fueron de *Beauveria bassiana* y una de *Metarhizium anisopliae*; se diferenciaron las claves: C2, C4 (figura 20 AB), C18 y C20 (figura 20 CD) son correspondientes de *B. bassiana*, C21 es correspondiente de *M. anisopliae* (figura 20 E). Estas cepas fueron cultivadas en PDA (elaborado según las recomendaciones del fabricante).

Metarhizium anisopliae fue identificado (medio de cultivo PDA) por presentar al inicio un crecimiento micelar de color blanco, posteriormente al iniciar el proceso de multiplicación de las colonias el color se volvió verdoso en la superficie micelar (Chacón, 2022b), además se corroboró que, al ser observado bajo el microscopio este tuvieran los conidióforos irregulares a partir del micelio con dos o tres ramas en cada tabique y en cuanto a los conidios, estructuras unicelulares, cilíndricas y truncadas, con largas cadenas, de color hialino a verdoso (Padilla *et al.*, 2022)

Beauveria bassiana fue identificado (en medios de cultivo PDA) por presentar un polvo color blanco en la superficie por otro lado, en el envés de la placa se puede apreciar una tonalidad

amarilla (Chacón, 2022). Se corroboró por medio del microscopio que contara con micelio que se ramifica y a su vez que forma conidióforos simples e irregulares (estos en sus vértices tienen forma de racimos) (Rodas, 2016).

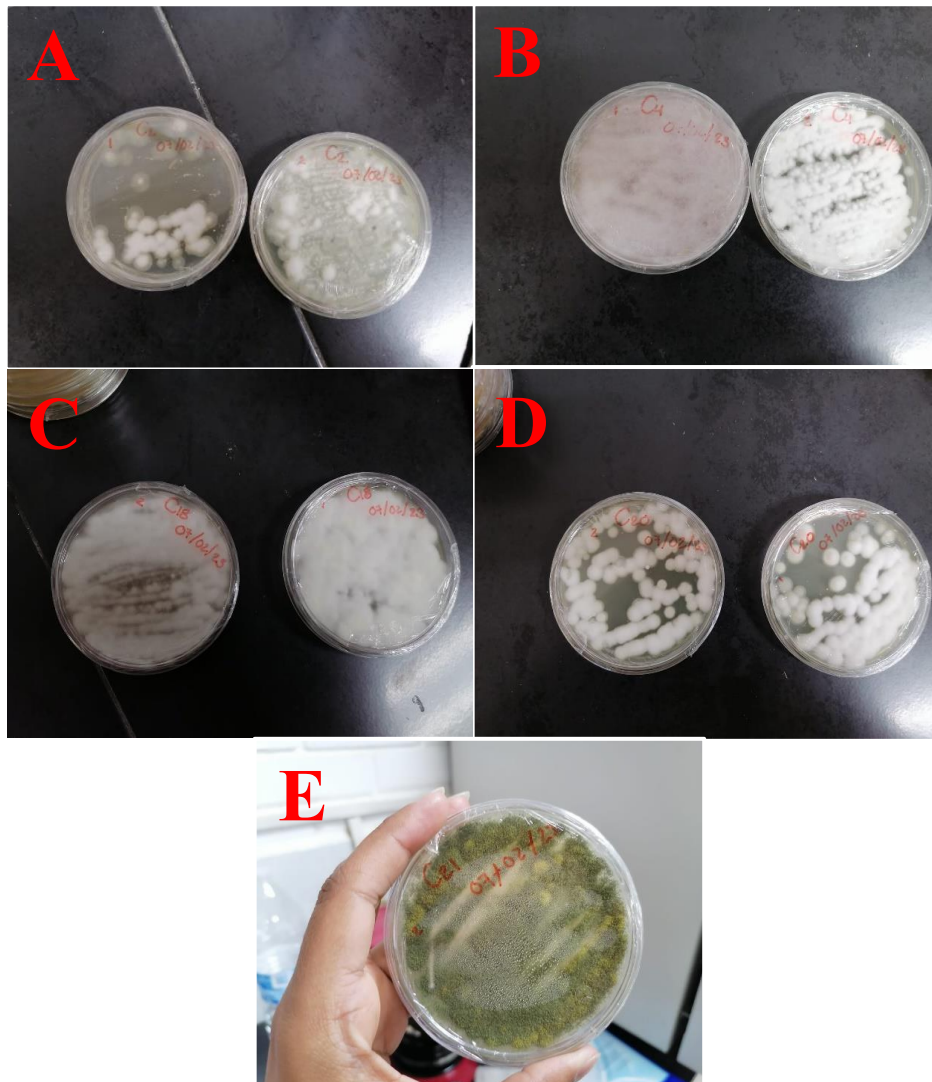


Figura 20. Siembra correspondiente a C2 (A) y C4 (B); siembra correspondiente a C18 (C) y C20 (D); siembra correspondiente C21 (E).

2.3.- Cría de insectos (*Bactericera cockerelli*).

Los insectos utilizados en la presente investigación se obtuvieron de una cría de *B. cockerelli* con infección positiva a *CaLso*, establecida en jaulas entomológicas con un suministro constante de plantas de tomate *S. lycopersicum* cv. Floradade como dieta. Esta cría se ha mantenido desde el año 2019 en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila a una temperatura de 23 ± 1 °C; con fotoperiodo de 14:10 horas (luz/oscuridad).

2.6. Elaboración del extracto de *Crotalaria longirostrata*.

Los muestreos de material vegetal para la elaboración del extracto fueron realizados en el municipio de Chiapa de Corzo, Chiapas. Donde se colectaron ramas, hojas y flor de *Crotalaria longirostrata*. Dicho material se dejó secar a la sombra a temperatura ambiente; posteriormente el material fue triturado con ayuda de una licuadora hasta obtener un polvo fino, el cual fue implementado para la elaboración del extracto; el extracto fue elaborado en una proporción de 200 gr/1 L de metanol 96%. Posteriormente se dejó macerar en frío y en ausencia de luz durante un plazo de 30 días. Transcurrido este tiempo se sometió a un proceso de filtrado y almacenamiento a 4 °C.

2.3.- Preparación del inóculo *B. bassiana* y *M. anisopliae*.

Para poder iniciar con el bioensayo fue necesario preparar cinco matraces con 50 ml de inóculo con agua destilada estéril, donde las esporas (C2, C4, C18, C20, C21) fueron raspadas de las cajas petri a los matraces. Una vez realizado esto se mezcló hasta que las esporas estuvieran incorporadas de manera homogénea con el agua destilada. En el caso de *M. anisopliae*, se utilizó unas gotas de Tween80 para que las esporas se mantuvieran en suspensión.

Con ayuda del hematocímetro se procedió a realizar el conteo de esporas para el ajuste de la concentración, una vez que se prepara la suspensión de esporas, se procedió a tomar una muestra de 1 mL, para posteriormente ser colocados en la cámara Neubauer (figura 21A) y proceder a realizar los conteos de esporas en cinco cuadrantes; considerando solo las esporas que estuvieran dentro del cuadrante (figura 21, BA), descartando las esporas traslapadas en las líneas que limitan los cuadrantes (figura 21, BB).

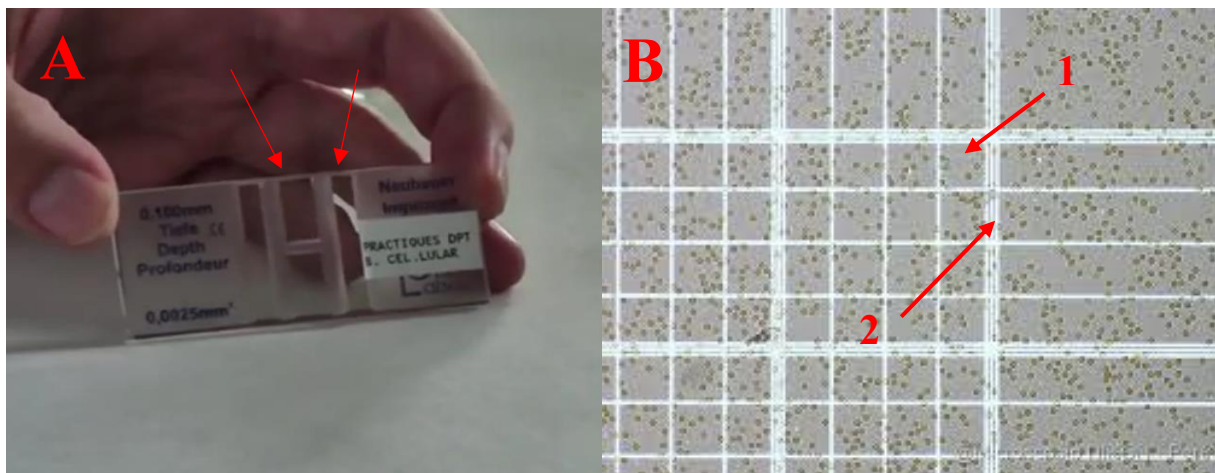


Figura 21. Cámara de Neubauer. Laterales por donde puede ser ingresado el líquido (A) (Blasco, 2023). Esporas dentro (1) y afuera (2) del cuadrante.

2.5.- Colocación de las ninfas en los folíolos e inicio al bioensayo.

Para la evaluación de mortalidad promovida por los entomopatógenos se realizaron la prueba de susceptibilidad 32 del Comité de Acción de Resistencia a Insecticidas (IRAC, 2014, con modificaciones). Se establecieron concentraciones fijas para cada cepa (1×10^8 esporas/mL), con las cuales se trataron las hojas de tomate (variedad Río Grande) con 10 ninfas del 4to o 5to instar de *B. cockerelli* (figura 23 A) y un testigo (tratado solo con agua). Se depositaron en cajas Petri con papel estraza y agua destilada estéril (Figura 23 B), con un fotoperíodo natural a 23 °C, y se evaluó la mortalidad cada 24 h posteriores a la aplicación del extracto. La mortalidad se ajustó a la fórmula de Abbott; así mismo, con los datos de mortalidad se realizó un análisis de varianza y una separación de medias ($\alpha=0.05$).

$$\% \text{ Mortalidad} = \frac{\%M_{\text{Trat}} - \%M_{\text{control}}}{100 - \%M_{\text{control}}} \times 100 =$$



Figura 22. Foliolo sumergido en *Metarhizium anisopliae* (C21) (A); Foliolos colocados sobre el papel estraza húmedo con agua destilada estéril (B).

2.7.- Evaluación de la mortalidad de *Crotalaria longirostrata* en *B. cockerelli*.

Para los ensayos de mortalidad se realizaron las pruebas de susceptibilidad 32 del Comité de Acción de Resistencia a Insecticidas (IRAC, 2014, con modificaciones). Se establecieron concentraciones para los extractos de 2, 4, 8, 12, 16, 20 y 30 mg/mL, con las cuales se trataron hojas de tomate variedad Río Grande con 10 ninfas del 4to instar de *B. cockerelli* y un testigo. Se depositaron en cajas Petri con papel filtro y agua destilada estéril, con un fotoperíodo natural a 23 °C, y se evaluó la mortalidad cada 24 h posteriores a la aplicación del extracto. La mortalidad se ajustó a la fórmula de Abbott, ya antes mencionada, y se expresó en porcentaje. Asimismo, con los datos de mortalidad se realizó un análisis de varianza y una separación de medias ($\alpha=0.05$); así como se efectuó un análisis Probit con el fin de obtener la concentración letal (CL) de cada extracto durante los diferentes días de evaluación.

2.6.- Aplicación de los hongos patogénicos en combinación con el extracto de *C. longirostrata*.

Las preparaciones de las combinaciones de los hongos entomopatógenos (1×10^8 conidias/mL) y el extracto de chipilín (CL50 y CL10) se hicieron con Tween 80 (0.05 %) (Quintela y McCoy, 1997). Una concentración subletal es aquella que no causa mortalidad de los insectos, pero que provoca un aumento en la susceptibilidad del huésped a las infecciones fúngicas (Brito *et al.*, 2008). En cada tratamiento (dosis subletal + hongo entomopatógeno), se emplearon diez ninfas con tres repeticiones por tratamiento. Las ninfas

se trataron como se indicó anteriormente, sumergiendo las hojas por 30 segundos en una preparación que contenía la mezcla de la suspensión de esporas y el extracto vegetal (figura 24). Las condiciones del ensayo y el registro de mortalidad se realizaron como se indicó anteriormente. La mortalidad de los insectos en los tratamientos fue ajustada con la fórmula de Abbott (1925). Adicionalmente, se confirmó la micosis de los insectos muertos, colocando los insectos muertos en cámaras húmedas. Los datos de la mortalidad se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA). Las medias se compararon utilizando la prueba de Tukey a un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ utilizando con el software estadístico SAS System V.9.1.



Figura 23. Sumersión de hojas en preparación que contenía la mezcla de la suspensión de esporas (*M. anisopliae*) y el extracto vegetal.

3.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de 72 horas se evaluó la mortalidad de las ninfas de *B. cockerelli* en las diferentes cepas. La evaluación permitió ver la mortalidad promovida por las cepas, y así poder discriminar las cepas (BBC2 y BBC18) por tener una mortalidad menor al 80%. Por otro lado; BBC20 registro la mayor mortalidad (90.97%) a diferencia de todas las demás (Figura 25). MAC21 obtuvo el 80.26 % de letalidad sobre las ninfas de *B. cockerelli* (Figura 26) (Tabla 3).

Tabla 3. Evaluación de la mortalidad de ninfas de *B. cockerelli* tratadas con *B. bassiana* y *M. anisopliae* en condiciones de laboratorio.

Cepa	Mortalidad (media \pm D.E.)
BBC20	90.97 \pm 11.87 a
BBC4	81.94 \pm 8.01 ab
MAC21	80.26 \pm 18.49 ab
BBC18	78.47 \pm 21.56 ab
BBC2	66.07 \pm 10.31 b
<i>p</i> -valor	0.0001

D.E. = Desviación estándar. Medias con la misma letra no muestran diferencia significativa (Tukey; 0.05).



Figura 24. Ninfas micosadas de *B. cockerelli* a las 72 hrs por la cepa BBC20.



Figura 25. Ninfas de *B. cockerelli* micosados a las 72 hrs por la cepa MAC21.

La investigación realizada por Villegas *et al.* (2017), donde evaluaron cuatro cepas, dos nativas (*Beauveria bassiana* - BB42 y *Metarhizium anisopliae* - MA25) y dos comerciales (*Beauveria bassiana* - BB09 y *Metarhizium anisopliae* - MA28) a concentraciones de 1×10^3 a 1×10^8 , los resultados arrojaron que la mortalidad que fueron registradas fueron superiores al 90% para el caso de *B. bassiana* (cepas comerciales), para el caso de *M. anisopliae* se obtuvieron mortalidades próximas al 100% (cepas comerciales).

Los estudios ejecutados por Damas, (2012), reportan valores de mortalidad para *Periplaneta americana*, utilizando aislamientos de *B. bassiana* mediante la exposición directa de la suspensión de conidios aéreos (CA), en donde realizó cuatro tratamientos que involucraban insectos adultos y ninfas tardías, registrando la mortalidad más alta en adultos con un 22.01% y 14.73% (tanto hembras como machos). Sin embargo, Bustillo *et al.* (1993) realizó bioensayos para la broca del café en granos con una concentración de 1×10^7 , en donde dentro de las primeras 24 hr se observó menor actividad y pérdida de apéndices como son las patas y antenas, además el porcentaje de brocado fue de un 14,44% a comparación con el testigo que fue de un 44,44%; el porcentaje de mortalidad encontrado fue de un 88.88% para Bb-9205 DS (*Beauveria* aislada directamente de *Diatraea saccharalis*) y de un 100% para Bb-9205 BFC (*Beauveria* de la misma cepa pasada por broca).

Por otro parte, Ramírez *et al.* (2019) realizó bioensayos con seis cepas diferentes, entre ellos se encontraba *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* para el control de ninfas del segundo estadio de *Dactylopius opuntiae* en nopal. El estudio arrojó que ambas cepas tuvieron mortalidades altas a una misma concentración (1×10^8), sin embargo *M. anisopliae* obtuvo el 41.35% de mortalidad (la más alta) a comparación de *B. bassiana*; al subir la concentración a 1×10^9 , *M. anisopliae* cuenta con una mortalidad del 83.36%, considerándose la cepa más eficiente para el control de *D. opuntiae* en laboratorio (periodo de 3 a 6 días después de la aplicación).

Los resultados de la mortalidad de las ninfas de *B. cockerelli* con extractos de *Crotalaria longirostrata* mostró efecto insecticida significativo hasta las 48 hr, donde las concentraciones 2, 4 y 8 mg/mL se descartan por tener una mortalidad por debajo del 80%; en cambio, se observan porcentajes superiores al 90% a partir de los 12 mg/mL, lo que quiere decir que tuvo una mortalidad considerablemente alta. El incremento de las concentraciones se ve relacionado en el aumento significativo de la tasa de mortalidad de las ninfas, tal es el caso del último tratamiento, al ser la concentración más alta (30 mg/mL) se puede apreciar la mortalidad más alta, el 100% (Tabla 4).

Tabla 4. Evaluación de la mortalidad de ninfas de *B. cockerelli* tratadas con extracto metanólico de *C. longirostrata* en condiciones de laboratorio.

Tratamientos (mg/mL)	Mortalidad (Media \pm D.E.)
	48 hr
Testigo	0.0 \pm 0.0 d
2	4.8 \pm 5.52 d
4	50.9 \pm 15.08 c
8	73.2 \pm 20.55 b
12	90.2 \pm 0.45 ab
16	100 \pm 0.0 a
20	95.2 \pm 5.52 ab
30	100 \pm 0.0 a
<i>p</i> -valor	0.0001

D.E. = Desviación estándar. Medias con la misma letra no muestran diferencia significativa (Tukey; 0.05).

López *et al.* (2022), en bioensayos realizados para el control de *B. cockerelli* observó una mortalidad superior al 80% en las primeras 24 hr después de la aplicación, esto nos da a entender que puede ser implementado muy bien como insecticidas alternativos; en cambio, los extractos de *C. longirostrata* no solo se utilizan como insecticida, tal es el caso de un estudio realizado por Cruz *et al.* (2017) que evaluó la actividad antifúngica para controlar los hongos de *Fusarium* sp, *Fusarium verticillioides* y *Aspergillus flavus*, al analizar los resultados se vió una reducción significativa en el crecimiento micelial y la esporulación de *A. flavus* (90% con los extractos metanólicos de *C. longirostrata*), dando a entender que los extractos que posee son fitoquímicos con actividad biológica y actividad antifúngica, además de que los principales compuestos fenólicos que ayudaron a esta actividad fueron los flavonoides, antranas, antraquinonas y cumarinas.

Los resultados de la mortalidad de las ninfas de *B. cockerelli* utilizando los hongos *B. bassiana* y *M. anisopliae* combinados con los extractos de *C. longirostrata*, mostró que dentro de las 24 hr el BBC20+CL50 y BBC20+CL10 tuvieron una mortalidad por debajo del 80%, por lo contrario, el CL50 de la cepa *M. anisopliae* mostró cumplir con la letalidad del 80%. Dentro de las 48 hr, se aprecia un incremento en la mortalidad de todos los tratamientos, siendo únicamente el tratamiento BBC20+CL10 el que registro una mortalidad de 64.89%, siendo que la CL50 del extracto en combinación con ambas cepas registraron una mortalidad superior al 80% (Tabla 5).

Tabla 5. Evaluación de la mortalidad de ninfas de *B. cockerelli* tratadas con *B. bassiana* y *M. anisopliae* en extracto metanólico de *C. longirostrata* dentro de condiciones de laboratorio.

Tratamiento	Mortalidad (media ± D.E.)	
	24 hr	48 hr
Testigo	0.0 ± 0.0 b	0.0 ± 0.0 b
BBC20 – CL50	59.11 ± 34.28 a	82.44 ± 8.44 a
BBC20 – CL10	42.22 ± 20.36 ab	64.89 ± 16.88 a
MAC21 – CL50	80.56 ± 7.34 a	87.09 ± 5.43 a
MAC21 – CL10	68.81 ± 7.83 a	80.10 ± 8.73 a
<i>p</i> -valor	0.00028	0.0001

D.E. = Desviación estándar. Medias en la misma columna con letras iguales no muestran diferencia significativa (Tukey; 0.05).

Estudio semejante fue realizado por Victoriano *et al.* (2023), en donde buscaban el control de *Bagrada hilaris* en *Brassica* (utilizando hojas de brócoli) teniendo como fuente de control a *Cordyceps farinosa*, evaluando concentraciones de 7.55×10^6 a 7.55×10^8 ; a su vez se utilizaron aceites de neem, limoncillo y espinosad, se realizaron 6 concentraciones para cada producto (neem - 25, 250, 500, 1000, 2500 y 5000 ppm; aceite de limoncillo - 10, 100, 200, 350, 750 y 1500 ppm; espinosad - 0,1, 0,5, 2,5, 10, 15 y 25 ppm). Los resultados arrojaron una mortalidad por debajo del 70% después de 96 hr; sin embargo, no fue igual a como se vio la mortalidad individualmente evaluando cada producto por separado donde se obtuvo una mortalidad arriba del 90 %.

Cerna *et al.* (2021) realizó un análisis del control de *Conotrachelus dimidiatus* en la planta de guayaba, en donde utilizaba como control los hongos entomopatógenos de *Beauveria bassiana* (BbC2, BbC4, BbC18 y BbC20) y *Metarhizium anisopliae* (MaC21 y MaC10) combinados con los extractos de la semilla de jícama (*Pachyrhizus erosus*) y la pimienta (*Piper nigrum* L.). Las concentraciones utilizadas fueron de 1×10^5 , 1×10^7 y 3×10^8 condios/mL y se hicieron 3 repeticiones por cada tratamiento (80%, 40 %, 20 %, 10 %, 5%, 2.5 % y 1.25 %), como resultado arrojó que hubo una mortalidad del 90% solo con la combinación de BbC20 con la CL50 del extracto de semilla de jícama, mientras que con el extracto de pimienta obtuvo un 93%; otra combinación muy buena que resaltó fue la BbC18 en donde obtuvo un 83% con extractos de pimienta y un 76% en semillas de jícama (CL50).

4.- CONCLUSIONES

Las cepas de *Beauveria bassiana* BBC20 y *Metarhizium anisopliae* MAC21, mostraron ser eficientes en el control de ninfas de *B. cockerelli* con 90 y 80 % de mortalidad; así mismo, el extracto metanólico de *C. longirostrata* promovió un control superior al 90% en las ninfas en concentraciones de 12-30 mg/ml. Mientras que la combinación de los entomopatógenos y el extracto vegetal generaron mortalidades superiores al 80 % en las ninfas, a excepción del tratamiento BBC20 – CL10.

- Cerna, E., Beltrán, M., Ochoa, Y., Hernández, O., & Delgado, J. (2021). *Bactericera cockerelli* Vector De *Candidatus Liberibacter Solanacearum*, Morfometría Y Haplotipos En Poblaciones De México. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*, 26, 81-94. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i26.2939>
- Cerna, E., Delgado, J. C., De Lira, K. V., Ochoa, Y. M., Cepeda, M., & González, E. (2021). Actividad de extractos de plantas y hongos entomopatógenos para el control del picudo de la guayaba (*Conotrachelus dimidiatus* champion) coleóptera: Curculionidae. *Biotecnia*, 23(1), 70-76. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v23i1.1335>
- Certis Belchim. (2022, 23 Diciembre). *Beauveria Bassiana*: Todo Lo Que Necesitas Saber. Recuperado 23 De Noviembre De 2023, De <https://certisbelchim.es/Beauveria-Bassiana-Todo-Lo-Que-Necesitas-Saber/>
- Chacón, J. Y. V. (2022a, Junio 14). *Beauveria bassiana*. Liferder. Recuperado 10 De Abril De 2024, De <https://www.liferder.com/Beauveria-Bassiana/>
- Chacón, J. Y. V. (2022b, Junio 14). *Metarhizium anisopliae*. Liferder. Recuperado 10 De Abril De 2024, De <https://www.liferder.com/Metarhizium-anisopliae/>
- Chiriboga, H., Gómez, G., & Garcés, K. (2015). *Beauveria bassiana*, Hongo Entomopatógeno Para El Control Biológico De Hormigas Cortadoras (Ysaú). Repositorio Iica. Recuperado 23 De Noviembre De 2023, De <https://repositorio.ica.int/bitstream/handle/11324/2646/Bve17038724e.pdf>
- Chiriboga, H., Gómez, G., & Garcés, K. (2015). Observación Micelio Septado, Conidióforos, Esporas. Repositorio Iica. <https://repositorio.ica.int/bitstream/handle/11324/2646/Bve17038724e.pdf>
- Córdova, V. (2019). <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6458/E-Utb-Faciag-Ing%20agron-000169.pdf?sequence=1&isallowed=Y> [Tesis De Licenciatura]. Universidad Técnica De Babahoyo Facultad De Ciencias Agropecuarias Escuela De Ingeniería Agronómica.
- Cortegana, M. S. (2017). Efecto Del Hongo *Metarhizium anisopliae* En El Control De Garrapata (*Rhipicephalus sanguineus*) En Caninos. [Tesis De Licenciatura, Facultad De Ciencias Agropecuarias].

- https://Repositorio.Uap.Edu.Pe/Bitstream/Handle/20.500.12990/3219/Tesis_Efecto_Hongo.Pdf?Sequence=1
- Cortez, E. (2011, 27 Julio). Adulto De Paratrioza Bien Desarrollado. Martinurbinac. <https://Martinurbinac.Files.Wordpress.Com/2011/08/Paratrioza-Nicaragua.Pdf>
- Cruz, R. I., Meza, R., Rodríguez, M. A., Arias, C., Mancilla, N. A., Ávila, M. E., Culebro, J. M., Gutiérrez, F. A., Ruiz, V. M., & Ayora, T. (2017). Antifungal Activity Of *Crotalaria longirostrata* Hook. & Arn. Extracts Against Phytopathogen Fungi From Maize. *Gayana. Botánica*, Ahead, 0. <https://doi.org/10.4067/S0717-66432017005000102>
- Damas, G. (2012). Aislamiento Y Efectividad De *Beauveria bassiana* Villemin Para El Control Biológico De La Cucaracha Urbana *Periplaneta Americana* L. [Doctorado En Ciencias Especialidad En Microbiología, Universidad Autónoma De Nuevo León]. <http://eprints.Uanl.Mx/2707/1/1080227494.Pdf>
- De La Cruz, L. (2020). Productos A Base De Chipilín “*Crotalaria Longirostrata*” [Tesis De Licenciatura]. Universidad De Ciencias Y Artes De Chiapas.
- Delgado, J. C., 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. *Deleted Journal*, 22. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2019.0.177>
- EPPO (2023) Base De Datos Global De La EPPO (Disponible En Línea). <https://Gd.Eppo.Int>
- Falcones, J. E. (2020). “Ciclo Biológico De (*Bactericera cockerelli*) Bajo Condiciones Controladas, En Tres Localidades Salache, Cotopaxi 2020 [Tesis De Licenciatura]. Universidad Técnica De Cotopaxi.
- Falcones, J. E. (2020). Quinto Estadio De *B. cockerelli*. Repositorio Uaaan. <http://Repositorio.Utc.Edu.Ec/Bitstream/27000/7039/1/Pc-000997.Pdf>
- Falcones, J. E. (2020). Segundo Estadio De *B. cockerelli*. Repositorio Uaaan. <http://Repositorio.Utc.Edu.Ec/Bitstream/27000/7039/1/Pc-000997.Pdf>
- Foostat. (2023, 24 Marzo). Faostat. Food And Agriculture Organization Of The United Nations. Recuperado 2 De Diciembre De 2023, De <https://www.fao.org/faostat/en/#Data/Qcl/visualize>

- Garza E. (2002). Manejo Integrado De Las Plagas Del Jitomate En La Planicie Huasteca. Inifap-Cirne. Campo Experimental Ébano. Folleto Técnico Núm. 9. San Luis Potosí, México. 31p.
- Gobierno De República De Honduras. (2016). Manejo De La Paratrioza (*Bactericera cockerelli*) En El Cultivo De La Papa. Reppiica. Recuperado 22 De Noviembre De 2023, De [Http://Reppiica.Iica.Int/Docs/B4174e/B4174e.Pdf](http://Reppiica.Iica.Int/Docs/B4174e/B4174e.Pdf)
- González, M. B., & García, C. (2012). Uso De Biorracionales Para El Control De Plagas De Hortalizas En El Norte De Sinaloa. Ra Ximhai, 8(3), 31-45
- Insecticidas Del Pacífico. (2021, 3 Mayo). Abamectina. Ftepeyac. Recuperado 22 De Noviembre De 2023, De [Https://Www.Ftepeyac.Com.Mx/Wp-Content/Uploads/2019/09/Blanke_18ce_Ficha_Tecnica-1.Pdf](https://Www.Ftepeyac.Com.Mx/Wp-Content/Uploads/2019/09/Blanke_18ce_Ficha_Tecnica-1.Pdf)
- Jácome, E. J., Auz, D., Marín, K., Mogro, Y., & Jimenez, C.. (2022). Ciclo Biológico De *Bactericera cockerelli*, Vector De La Enfermedad De Punta Morada (*Candidatus Liberobacter*) En Solanáceas, En Los Andes Centrales Ecuatorianos. Revista Investigación Agraria, 4(1), 26–37. [Https://Doi.Org/10.47840/Reina.4.1.1386](https://Doi.Org/10.47840/Reina.4.1.1386)
- Kumm, S., & Moritz, G. (2010). Life-Cycle Variation, Including Female Production By Virgin Females *Infrankliniella Occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). Journal Of Applied Entomology, 134(6), 491-497. [Https://Doi.Org/10.1111/J.1439-0418.2009.01473.X](https://Doi.Org/10.1111/J.1439-0418.2009.01473.X)
- Labolan. (2018). Camara Neubauer-Improved Doble Sin Pinzas Lineas Oscuras Laboroptik. [Https://Www.Labolan.Es/Es/Producto/Neubauer-Improved-Doble-Sin-Pinzas-Lineas-Oscuras--81001.Html](https://Www.Labolan.Es/Es/Producto/Neubauer-Improved-Doble-Sin-Pinzas-Lineas-Oscuras--81001.Html)
- Laserna, S. (2010). El Tomate, Taxonomía, Y Descripciones Botánicas, Morfológicas, Fisiológicas Y Ciclo Biológico O Agronómico. Agroes.Es. Recuperado 20 De Noviembre De 2023, De [Https://Www.Agroes.Es/Cultivos-Agricultura/Cultivos-Huerta-Horticultura/Tomate/339-Tomate-Descripcion-Morfologia-Y-Ciclo](https://Www.Agroes.Es/Cultivos-Agricultura/Cultivos-Huerta-Horticultura/Tomate/339-Tomate-Descripcion-Morfologia-Y-Ciclo)
- Liefting & Et Al., A New “*Candidatus Liberibacter*” Species In *Solanum Tuberosum* In New Zeland. 2008. Plan Dis. 92: 1974 P.

- Lopez, B. (2012). Variación Genética De *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae) En Las Zonas Paperas De México [Tesis De Doctorado]. Universidad Autónoma De Nuevo León.
- López, H., Beltrán, M., Ochoa, Y, Castro Del Ángel, E., Cerna, E., & Delgado, J (2022). Extracto Metanólico De *Crotalaria longirostrata*: Identificación De Metabolitos Secundarios Y Su Efecto Insecticida. *Scientia Agropecuaria*, 13 (1), 71-78.
- Luna, A. (2010). Toxicidad De Cuatro Insecticidas Sobre *Tamarixia Triozae* (Burks) (Hymenoptera: Eulophidae) Y Su Hospedero *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Psyllidae) [Tesis De Maestría]. Campus Montecillo, Postgrado De Fitosanidad, Entomología Y Acarología.
- Martínez, E. J., Rodríguez, E. H. L., & González, E. J. R. (2013). Evaluación De Productos Botánicos Y Químicos Para El Control De Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*, Gennadius.) Y Geminivirus En El Cultivo De Tomate (*Solanum esculentum*, Mill.), En Tisma, Masaya. *La Calera*, 12(19), 96-106. <https://doi.org/10.5377/Calera.V12i19.1184>
- Medina, G., Mena, J., Corrales, A., & Rdríguez, V. M. (2016). Reporte Agrometeorológico Mayo De 2016. Inifap. Recuperado 4 De Noviembre De 2023, De <http://zacatecas.inifap.gob.mx/folleto/folleto-2016-05.pdf>
- Mejía, G., Menjivar, A., & Nuñez, E. (2008). Evaluación De Hongos Entomopatógenos Como Biocontroladores De *Bactericera* (Paratrioza) *cockerelli* (Homóptera: Psyllidae: Triozinae) En Papa (*Solanum tuberosum*) A Nivel De Laboratorio. [Tesis De Licenciatura]. Universidad De El Salvador.
- Ministerio De Agricultura Y Ganadería. (2017). *Bactericera* (Paratrioza *cockerelli*). Map.Go. Recuperado 22 De Noviembre De 2023, De <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/av-1948.pdf>
- Ministerio De Agricultura, Pesca Y Alimentación [Mapa]. (2021). Guía De Gestión Integrada De Plagas - Solanáceas. Gobierno De España. Recuperado 29 De Enero De 2024, De https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/solanaceas_web_metadatos_v03_protegida_tcm30-576872.pdf

- Ministerio De Agricultura, Pesca Y Alimentación. (2020, 30 Septiembre). Programa Nacional Para La Apliación De La Normativa Fitosanitaria: Plan Nacional De Contingencia De *Bactericera cockerelli*. Mapa.Gob. Recuperado 5 De Octubre De 2023, De https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/pncbcockerelliseptiembre2020_tcm30-544952.pdf
- Mogro, E. J. J., Carvajal, D. A., Quevedo, K. M., Cepeda, Y. M., & Jácome, C. J. (2022). Ciclo Biológico De *Bactericera cockerelli*, Vector De La Enfermedad De Punta Morada (*Candidatus Liberobacter*) En Solanáceas, En Los Andes Centrales Ecuatorianos. *Revista Investigación Agraria*, 4(1), 26-37. <https://doi.org/10.47840/reina.4.1.1386>
- Morera González, H. (2018). Ficha Técnica Para Arp 021-2018 *Frankliniella tritici* (Fitch, 1855). Members. Recuperado 29 De Enero De 2024, De https://members.wto.org/crnattachments/2020/sps/cr/20_1210_01_s.pdf
- Murcia, K. R. (2015). Evaluación De Tres Tipos De Secadores Solares Artesanales En Cultivos De Chipilín (*Crotalaria longirostrata*) Y Chufle (*Calathea allouia* Aubl.) En Granja Zahorí, Cuyotenango.
- Naturalistco. (2019, 16 Febrero). Tomate (*Solanum Lycopersicum*). Colombia Inaturalist. Recuperado 20 De Noviembre De 2023, De <https://colombia.inaturalist.org/taxa/51737-solanum-lycopersicum>
- Olaniyan, O., Rodríguez, N., Cayla, N., Michaud, E., & Wratten, S. D. (2020). *Bactericera cockerelli* (Sulc), A Potential Threat To China's Potato Industry. *Journal Of Integrative Agriculture*, 19(2), 338-349. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62754-1](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62754-1)
- Organismo Internacional Regional De Sanidad Agropecuaria. (2015). El Psílido De La Papa Y Tomate *Bactericera* (=Paratrioza) *cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae): Ciclo Biológico; La Relación Con Las Enfermedades De Las Plantas Y La Estrategia Del Manejo Integrado De Plagas En La Región Del Oirsa. Oirsa. Recuperado 29 De Septiembre De 2023, De <https://www.oirsa.org/contenido/manual%20bactericera%20cockerelli%20version%201.3.pdf>

- Osman, M. A., Dhafar, Z. M. A., & Alqahtani, A. M. (2019). Biological Responses Of The Two-Spotted Spider Mite, *Tetranychus urticaeto* Different Host Plant. Archives Of Phytopathology And Plant Protection, 52(17-18), 1229-1238. <https://doi.org/10.1080/03235408.2019.1703299>
- Padilla, A., Flores, A., Jiménez, B., Toriello, C., Bucio, M., Salazar, P. M., Vences, M., & Cabrera, M. (2022). Chinchas Besuconas Contra Hongos Come Insectos: Una Batalla Biológica. Researchgate, 14, 144-148. https://www.researchgate.net/publication/361822243_Chinchas_Besuconas_Contra_Hongos_Come_Insectos_Una_Batalla_Biologica
- Peña, C. B., Salinas, J., Ferrer, M. M., Trejo, C., Vázquez, M., López, C., & Padilla, D. (2022). Componentes Del Rendimiento De *Crotalaria longirostrata* Hook. & Arn. En Guerrero, México. Polibotánica, 0(54). <https://doi.org/10.18387/polibotanica.54.7>
- Peralta, C. O., Giancola, S. I., Lombardo, E. P., Mika, R. H., & Soledad, C. R. M. (2022). Introducción Al Manejo Integrado De Plagas, Monitoreo De Plagas En Cítricos Y Fenología Del Cultivo. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/13979>
- Pérez, W., Castillo, C., Navarrete, I., Gamarra, H., Arango, E., Naccha, J. Y Andrade, J. L. 2021. Cartilla Descriptiva Del Psílido De La Papa. Serie: Plagas Emergentes Del Cultivo De Papa En Latinoamérica. Material De Capacitación 1. Centro Internacional De La Papa (Cip), Instituto Nacional De Investigaciones Agropecuarias (Iniap), Servicio Nacional De Sanidad Agraria (Senasa). Lima, Perú.
- Ramírez, C. J., Morales, F. J., Alatorre, R., Mena, J., & De Jesús Méndez, S. (2019). Efectividad De Hongos Entomopatógenos Sobre La Mortalidad De *Dactylopius Opuntiae* (Hemiptera: Dactylopiidae) En Condiciones De Laboratorio. Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas, 22, 1-14. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i22.1854>
- Ramírez, M., Santamaria, E., Mendez, J. S., Rios, J. L., Hernandez, J. R., & Pedro, J. G. (2008). Evaluación De Insecticidas Alternativos Para El Control De Paratrioza (*Bactericera cockerelli* B.Y L.) (Homoptera: Triozidae) En El Cultivo De Chile Jalapeño (*Capsicum annum* L.). Revista Chapingo Zonas Áridas, VII(1). <https://www.redalyc.org/pdf/4555/455545066007.pdf>

- Reyes, J. (2012). Susceptibilidad De *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemíptera: Psyllidae) A Insecticidas En Tomate (*Physalis philadelphica* Lam) En Teocuitatlán, Jalisco. [Tesis De Doctorado]. Instituto Tecnológico De Tlajomulco, Jalisco.
- Rodas, J. L. (2016). “Aislamiento E Identificación De *Beauveria Bassiana* Y Su Utilidad Como Biocontrolador De Plagas A Nivel De Laboratorio.” [Tesis De Licenciatura, Universidad César Vallejo]. En Universidad Cesar Vallejo (Repositorio). <https://hdl.handle.net/20.500.12692/32299>
- Rodríguez, H., Muñoz, S., & Alcorta, E. (2011). El Tomate Rojo (2.^A Ed., Pp. 65-67). Trillas.
- Saavedra, G. (2018). Tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Biblioteca Inia. Recuperado 20 De Noviembre De 2023, De <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6818/Capitulo%201.%20tomate.pdf>
- Sagarpa, Cesavem, & Senasica. (2014). Manejo Integrado De La Paratízoa (*Bactericera cockerelli* Sulc.). Cesavem. Recuperado 11 De Diciembre De 2023, De <https://cesavem.mx/img/fitosanitariodeljitomate/jitomate2.pdf>
- Sani, I., Ismail, S. I., Abdullah, S., Jalinas, J., Jamian, S., & Saad, N. (2020). A Review Of The Biology And Control Of Whitefly, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae), With Special Reference To Biological Control Using Entomopathogenic Fungi. *Insects*, 11(9), 619. <https://doi.org/10.3390/insects11090619>
- Secretaría De Agricultura Y Desarrollo Rural [SADER] & Servicio De Información Agroalimentaria Y Pesquera [SIAP]. (2023). Escenario Mensual De Productos Agroalimentarios.: Tomate Rojo (Jitomate). En Gob.
- Secretaria De Agricultura Y Desarrollo Rural [SADER] & Servicio Nacional De Sanidad, Inocuidad Y Calidad Agroalimentaria [SENASICA]. (2020). *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae). Gob.Mx. Recuperado 29 De Enero De 2024, De https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/600965/Mosquita_Blanca.pdf
- Statista. (2023, 24 Enero). Producción De Tomates Frescos En El Mundo En 2012-2021. Recuperado 20 de noviembre de 2023, De <https://es.statista.com/estadisticas/529413/produccion-de-tomates-frescos-en-el-mundo/>

- Syngenta. (S. F.). Ficha Técnica. Recuperado 22 De Noviembre De 2023, De https://www.syngenta.com.mx/sites/g/files/kgtney1381/files/media/document/2022/07/10/fichatecnica_actara_25_wg.pdf
- Vargas, R. (2018). Efectividad Biológica De Extractos Vegetales Para El Control De Psilido De La Papa (*Bactericera cockerelli* Sulc) (Hemiptera: Psilidae) [Tesis De Licenciatura]. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Velazquez, J. C. (2019, Diciembre). Bioecología De *Bactericera cockerelli* Šulc, Y Métodos De Detección, Monitoreo Y Manejo En Cultivo De Tomate En México. Phytoma. Recuperado 27 de Agosto de 2023, Tomado de <https://www.phytoma.com/la-revista/phytohemeroteca/314-diciembre-2019/bioecologia-de-bactericera-cockerelli-sulc-y-metodos-de-deteccion-monitoreo-y-manejo-en-cultivo-de-tomate-en-mexico#:~:Text=Cockerelli%20es%20capaz%20de%20transmitir,Y%20col.%2c%202008>).
- Vereijssen, J. (2022). *Bactericera cockerelli* (Tomato/Potato Psyllid) [Conjunto De Datos]. En Cabi Compendium. <https://doi.org/10.1079/Cabicompendium.45643>
- Victoriano, M., Villegas, R., Treviño, D., & Sánchez, S. R. (2023). Combined Activity Of Natural Products And The Fungal Entomopathogen *Cordyceps farinosa* Against *Bagrada hilaris* (Hemiptera: Pentatomidae). *The Florida Entomologist*, 106(3), Bioone Digital Library. <https://doi.org/10.1653/024.106.0302>
- Villegas, F., Díaz, O., Casas, J., Montereal, C., Tamallo, F., & Aguilar, S. (2017). Actividad De Dos Hongos Entomopatógenos, Identificados Molecularmente, Sobre *Bactericera cockerelli*. *Revista Colombiana De Entomología*, 43(1), 27-33.
- Wenninger, E. J., & Rashed, A. (2023). Biology, Ecology, And Management Of The Potato Psyllid, *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae), And Zebra Chip Disease In Potato. *Annual Review of Entomology*, 69(1). <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-020123-014734>