

# Insectos vectores de fitopatógenos que afectan al cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en Cuba. Elementos para su identificación y manejo



<https://cu-id.com/2247/v38e13>

## Insect vectors of phytopathogens that affect potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivation in Cuba. Elements for their identification and management. A review

Moraima Suris Campos \*

Grupo Plagas Agrícolas, Centro Nacional Sanidad Agropecuaria (CENSA) Carretera de Jamaica y Autopista Nacional, Apartado 10, CP 32 700, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

**RESUMEN:** La papa (*Solanum tuberosum* L.) ocupa el primer lugar entre las raíces y tubérculos, que se siembran en Cuba, con rendimientos que disminuyeron en la última década. Una de las grandes limitantes en la producción de papa son las enfermedades que afectan las plantas y los tubérculos. Los áfidos *Myzus persicae* Sulc y *Aphis gossypii* Glover constituyen las principales especies que dañan directamente al cultivo, además de actuar como vectores de enfermedades virales, que ocasionan las mayores pérdidas al cultivo. Por otra parte, las manifestaciones del cambio climático y el comercio favorecen la introducción de nuevas plagas, como *Bactericera cockerellii* Sulc, vector de gran importancia para el cultivo. A partir de estos elementos, el objetivo del presente estudio fue realizar una revisión bibliográfica que brinde a los investigadores, decisores y técnicos, elementos para ampliar el conocimiento sobre la identificación de los vectores y las enfermedades que pueden presentarse en la papa. Se ofrecen elementos para su caracterización, así como su distribución, hospedantes, daños, biología y métodos de manejo para la vigilancia. Se seleccionaron 41 artículos editados en el periodo comprendido de 1987-2023, en revistas de diversas bases de datos. La información que se ofrece contribuirá a preservar uno de los cultivos que, por su eficiencia productiva y alta demanda, permite garantizar la seguridad alimentaria de la población.

**Palabras Clave:** biología, *Aphis gossypii*, *Bactericera cockerellii*, manejo, morfología, *Myzus persicae*.

**ABSTRACT:** Potato (*Solanum tuberosum* L.) occupies the first place among roots and tubers planted in Cuba, with yields that have decreased in the last decade. One of the great limitations in potato production are diseases, which affect plants and tubers. The aphids *Myzus persicae* Sulc and *Aphis gossypii* Glover are the main species that directly affect the crop in addition to acting as vectors of viral diseases causing the greatest losses to the crop. On the other hand, the manifestations of climate change and trade favor the introduction of new pests such as *Bactericera cockerellii* Sulc, a potential pest of great importance for the crop. Based on these elements, the objective of this study was to carry out a bibliographic review that made it possible to make available elements that increased knowledge about the identification of vectors and the diseases of probable occurrence in potato to researchers, decision-makers, and technicians. This review will provide them with aspects for the identification, distribution, hosts, damage, and biology of these insects, as well as management methods for their surveillance. From various databases, 41 papers published in journals between 1987 and 2023 were selected. They will contribute to preserving one of the crops that, due to its productive efficiency and consumption, allows guaranteeing food security of the country.

**Keywords:** biology, *Aphis gossypii*, *Bactericera cockerellii*, management, morphology, *Myzus persicae*.

## INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es originaria de los Andes, en Sudamérica, desde donde se trasladó a Europa. En la actualidad, se cultivan más de 20 millones de hectáreas en 150 países, y en 2020 su producción total ascendió a 359 millones de toneladas métricas (1, 2). Es el tercer cultivo alimenticio más importante a escala mundial, en términos de consumo humano, después del arroz y del trigo. Constituye una fuente de hidratos de carbono saludables, con un bajo contenido de grasa y alto de fibra; son ricas en antioxidantes y nutrientes, en tanto su producción genera

menos emisiones de gases de efecto invernadero, que otros cultivos de importancia (2).

La producción de papa en el trópico se ve favorecida por las condiciones de clima, donde la temperatura es relativamente fresca en varios de los países que se incluyen en esta zona, principalmente, los ubicados en tierras altas. Aunque, la papa requiere de 15 a 20°C para su tuberización y crecimiento, se adapta bien a temperaturas entre los 18 a 25°C, con una variación entre la temperatura diurna y la nocturna de, por lo menos, 10°C (3).

Necesita además, de fotoperiodos cortos (12 a 16 horas luz). Los suelos son muy importantes y deben ser de los tipos francos: franco arenosos, franco-

\*Correspondencia a: Moraima Suris Campos. E-mail: [msuriscampos84@gmail.com](mailto:msuriscampos84@gmail.com)

Recibido: 15/11/2023

Aceptado: 12/12/2023

limosos y franco-arcillosos, de textura liviana, con buen drenaje, una profundidad efectiva mayor de 0,5 m, un pH óptimo de 5,5 a 6,0; la temperatura de 16 - 19°C en el período de formación de tubérculos, disponibilidad de agua y vientos moderados menores de 20 km/hora (3).

En Cuba, el cultivo de la papa, se introdujo en 1778 desde España, ocupando en el año 2007 el primer lugar entre las raíces y tubérculos, al plantarse cada año entre 10 000 y 15 000 ha, con un rendimiento medio entre los 18 y 25 t.ha<sup>-1</sup>, y una producción anual de 300 000 t (5). Esos volúmenes ascendieron a partir del año 1983 hasta la campaña 2015/2016, cuando se plantaron, como promedio, 12 809,43 hectáreas. En ese periodo, se logró como promedio, una producción de 241 mil 248,68 toneladas y rendimientos que promediaron las 18,35 t.ha<sup>-1</sup> (5).

En la actualidad, estas cifras se redujeron, debido a la imposibilidad de asumir los elevados costos financieros que requiere este tipo de cultivo. A partir de esa dificultad, se desarrollan programas para obtener la cantidad y calidad de la semilla nacional necesaria, al tiempo que se impulsan otros programas de investigación e innovación.

Dados los requerimientos que necesita la papa para su siembra en Cuba, se prefieren cultivares, cuyo ciclo vegetativo oscila entre 90 y 120 días. La época de siembra más favorable en la actualidad, y debido a las variaciones climatológicas ocurridas, se trasladó su cultivo al periodo del 20 de diciembre al 5 de enero, etapa que corresponde a los meses más frescos o época invernal, para así realizar la cosecha antes del comienzo de la temporada lluviosa (4, 6).

Entre otras exigencias, la papa se planta preferiblemente en suelos categoría I. arenosos y II. latosolizados, donde el pH (en KCl) esté entre 4,5 y 7,5. Las áreas seleccionadas deben tener buen drenaje interno y externo y poseer sistemas de riego, preferentemente bajo sistemas de máquinas eléctricas de pivote central (4).

Además de las condiciones de clima, suelo y cultivares, el potencial productivo del cultivo se ve limitado por la incidencia de plagas, encontrándose con mayor frecuencia especies de ácaros, insectos, hongos bacterias y virus, que pueden ocasionar importantes daños al cultivo (4, 5, 6).

Los organismos antes citados, causan síntomas y daños de interés para el cultivo; sin embargo, además del perjuicio que ocasionan los insectos de forma directa, se encuentra su acción como vectores de enfermedades comunes o emergentes.

Es importante señalar, que al igual que en humanos y animales, las enfermedades emergentes son aquellas que tienen un impacto mayor a las existentes y suelen ser particularmente graves, debido a cambios duraderos en la epidemiología de las poblaciones del patógeno que la produce, tras invadir una población huésped o de su vector (7).

El insecto vector se define, como aquel que adquiere el virus de la planta fuente y lo inocula mediante el aparato bucal en la planta receptora; suele haber una relación específica entre el virus y el vector (8).

En Cuba, son frecuentes las enfermedades en el cultivo de la papa ocasionadas por diferentes microorganismos, principalmente, hongos y bacterias que habitan el suelo y también, las originadas por virus, que dependen del mecanismo de transmisión por insectos vectores. Sin embargo, son escasos los estudios que aborden esta relación insecto-vector-papa, imprescindible si queremos estar preparados para el enfrentamiento a nuevas enfermedades emergentes que circulan en la región. De ahí, que el objetivo del presente artículo fue hacer una revisión bibliográfica, que aborde este tema y pueda servir de base para la vigilancia sanitaria de éste importante cultivo en el país.

## PARTE ESPECIAL

### ¿Qué son y cómo interactúan vectores, patógenos y hospedantes?

Según Monge (8) los insectos considerados como vectores son aquellos que transportan (diseminan) o transmiten (invaden) microorganismos a otros organismos. Para ello, cuentan con características físicas o fisiológicas y comportamientos, que aumentan las posibilidades de una transmisión exitosa de los patógenos, entre ellas, la especificidad del vector que posee cierto grado de exclusividad de la transmisión, con un patógeno en particular y la eficiencia de este proceso.

Según este mismo autor, son varios los tipos de patógenos que los insectos pueden transmitir: Virus, Procariontes (bacterias, rickettsias, fitoplasmias, espiroplasmias), Protozoos, Nematodos y Hongos. Pero, de estos organismos los más importantes hasta hace algunas décadas fueron los virus, los cuales constituían el grupo más importante de fitopatógenos, causando el 47 % de las enfermedades emergentes en plantas (9).

Los grupos más exitosos como vectores, son los insectos y, entre ellos, los hemípteros y los tisanópteros (9) por su aparato bucal chupador. En ambos casos, la presencia de estiletes facilita la penetración hasta los tejidos de la planta, donde depositan estos microorganismos, que aprovechan esta capacidad de la cual carecen para desarrollarse. Sin embargo, no son los únicos, los coleópteros también pueden actuar como vectores, pero más como diseminadores de otros patógenos ya que al ser un masticador, sus piezas bucales no llegan de igual forma al interior de la planta.

Esta relación entre virus e insectos no es casual, ya que los virus, además de su tamaño microscópico, son parásitos obligados que dependen de la maquinaria celular del hospedante para poder producir energía y reproducirse. De igual forma, al carecer de mecanismos para diseminarse, se adaptaron a convivir con sus vectores para poder ser transmitidos de una planta a

otra, aprovechando la capacidad de multiplicación del vector, su polifagia y movilidad (8, 9).

En esta relación cuenta además, la disposición de la planta receptora del virus, pues las interacciones moleculares entre las proteínas del huésped y del virus son imprescindibles para el desarrollo de cualquier enfermedad viral, ya que afectan la replicación viral, el movimiento a corta o larga distancia, el desarrollo de los síntomas y al desencadenamiento del sistema defensivo de la planta (10, 11).

### Insectos vectores en papa

En Cuba, entre las especies presentes en el cultivo la papa, solo *Myzus persicae* Sultzer y *Aphis gossipii* Glover, se reconocen como vectores de las enfermedades virales presentes en el país. En el caso de *Thrips palmi* Karny, a pesar de transmitir importantes enfermedades en otros cultivos a nivel mundial, en el caso de la papa, solo se le atribuye el comportamiento como plaga primaria de interés económico, bajo determinadas condiciones (4, 6).

### Caracterización de *Myzus persicae* Sultzer

**Taxonomía:** Orden Hemiptera, Superfamilia: Aphidoidea. familia Aphididae

**Nombre científico:** *Myzus persicae* Sultzer (1776).

**Nombre común:** pulgón verde del melocotonero, pulgón verde, áfido amarillo del tabaco, áfido verde.

Primeramente, se nombró *Aphis persicae* Sulzer, 1776, recibiendo un total de 40 designaciones, a partir de las combinaciones de géneros y especies siguientes hasta 1951 (13, 14):

**Sinonimias (13):**

- Aphis convolvuli* Kaltentbach, 1843
- Aphis cynoglossi* Walker, 1848
- Aphis derelicta* Walker, 1849
- Aphis dianthi* Schrank, 1801
- Aphis dubia* Curtis, 1842
- Aphis egressa* Walker, 1849
- Aphis malvae* Mosl., 1841
- Aphis persicae* Sulzer, 1776
- Aphis persiciphila*
- Aphis persola* Walker, 1848
- Aphis rapae* Curtis, 1842
- Aphis redundans* Walker, 1849 sec. Laing, 1925
- Aphis suffragans* Walker, 1848
- Aphis tuberoscellae*
- Aphis vastator*
- Aphis vulgaris* Kyber, 1815 (sec. Walker)
- Aulacorthum convolvuli*

*Myzodes persicae* (Sulzer)

*Myzodes tabaci* Mordvilko, 1914

*Myzoides persicae*

*Myzus dianthi* (Schrank)

*Myzus malvae* Oestl., 1886 (sec. Theob.)

*Myzus nicotianae* Blackman

*Myzus pergandei* Sanders, 1901 sec. Patch

*Myzus persicae* var. *cerastii* Theobald

*Myzus persicae* var. *sanguisorbella* Theobald, 1926

*Nectarosiphon persicae* (Sulzer)

*Phorodon cynoglossi* Williams, 1891 sec. Davis, 1911

*Phorodon persicae* (Sulzer)

*Rhopalosiphum betae* Theobald, 1913

*Rhopalosiphum calthae* Koch, 1854

*Rhopalosiphum dianthi*

*Rhopalosiphum lactucellum*

*Rhopalosiphum lactucellum* Theobald, 1915

*Rhopalosiphum persicae*

*Rhopalosiphum solani* Theobald, 1912 nonKalt, 1843

*Rhopalosiphum tuberosellae* Theobald, 1922

*Rhopalosiphum tulipae* Thos., 1879 sec. Davis, 1911

*Siphonophora achyrantes* Mon., 1879

*Siphonophora nasturtii* Koch, 1855

Por ello, es importante tener en cuenta que *M. persicae* se aplica a un complejo de especies gemelas (simbling) y razas de hospedantes, elementos a considerar en el diseño de las estrategias de manejo (13).

### Descripción

Hembra adulta áptera (partenogenética): Cuerpo oval de 1,2-2,5 mm de longitud. Color muy variable: verde pálido, amarillo verdoso pálido, verde grisáceo, verde oscuro, rosado o rojo. (6, 12, 13, 14). Los morfos alados tienen en el abdomen dorsalmente y hacia el centro una zona esclerosada, como una placa negra, en tanto, los inmaduros, si son hembras, presentan color rosado o rojo, especialmente, en el otoño, y los machos son amarillentos (12, 13, 15).

Estos detalles acerca de las variaciones en la coloración, permiten una correcta observación de campo y evitar el examen simplista, que no presta atención a los detalles y puede interferir en la identificación rápida.

Simbaqueba *et al.* (12) añadieron en su descripción: Cabeza con espículas, tubérculo antenal desarrollado, con excrescencias redondeadas en el margen interior y

aparición convergente. Antena 0,65 - 0,80, del largo del cuerpo. Proceso terminal en ápteros, de 3-5 veces más largo que la longitud de la base. Sifúnculos de 0,20 - 0,28 del largo del cuerpo. Alados con una placa dorsomedial abdominal esclerosada. Cauda 0,37 - 0,5 del largo de los sifúnculos, en forma de triángulo alargado, con 5 - 7 setas del segmento antenal VI. Alados con 7 - 16 rinarios secundarios, no desarrollados en ápteros.

De estos caracteres, los más robustos para el diagnóstico rápido son la convergencia, en vista dorsal, de las caras internas de los tubérculos antenales y los sifunculus, ligeramente clavados, que terminan de color oscuro y son tan largos, como el proceso terminal de la antena (13, 14).

Para un diagnóstico preciso, es necesario utilizar las claves taxonómicas y descripciones de especies de la familia Aphididae, de autores reconocidos en este grupo y, principalmente, que pertenezcan a la región geográfica en las que debe ser prioridad conocer hospedante y localidad, así como la fecha de cual proviene la muestra. También, puede ser necesario evaluar la diferenciación en los ciclos de vida, la preferencia entre hospedantes y la capacidad de transmisión de virus (15). Se utilizan también, otras técnicas más modernas, como el uso de análisis multivariado, definición de patrones de esterases mediante electroforesis, para distinguir entre los morfos analizados, otras posibles a emplear (13, 16).

## Biología

En general, los áfidos tienen un ciclo de vida complejo, alternando la reproducción sexual con la partenogenética, aspecto muy relacionado con las condiciones del clima en que se encuentren. Las hembras aladas son las primeras que llegan al cultivo; comienzan la multiplicación para colonizar el mismo, formando colonias que, generalmente, no son muy densas. Se ubican por el envés de las hojas durante las estación de invierno y en verano, se trasladan hacia otros hospedantes donde se encuentran las formas ápteras (6, 12, 13).

La reproducción sexual es más habitual en Europa y Norteamérica; mientras, en el hemisferio sur, la reproducción más común es la partenogenética, con un rápido desarrollo de grandes colonias. Sin embargo, cuando las mismas crecen demasiado o la planta envejece, se crea un “efecto de grupo” que induce el surgimiento de formas aladas, favorecido por las bajas temperaturas (14, 15).

Martínez *et al.* (6) señalaron que el ciclo de vida de este áfido es muy complejo en países con invierno frío, pero en nuestro país, resulta mucho más simple. Aquí se reproduce continuamente por partenogénesis, con un desarrollo de 10 a 12 días, después de pasar por cuatro mudas que le permiten alcanzar más de

20 generaciones en el año, y una reproducción por hembra de 30 a 80 individuos.

No se encontraron datos relacionados con el desarrollo de esta especie en *S. tuberosum*, pero los obtenidos sobre otros hospedantes, como la rúcula (*Eruca vesicaria* (L) Cav.), por ejemplo, indican que los periodos de desarrollo fueron, significativamente más cortos a mayor temperatura (25°C) respecto a una temperatura inferior (15°C) con una duración aproximada, en ambas temperaturas y en cada periodo: de 9 y 5 días para las ninfas, un periodo pre reproductivo de 1 día, uno reproductivo de 14 y 9 días y post reproductivo de 0,5 a 0,6 días, finalizando con una longevidad de 26 a 16 días (17). Esto sugiere que el ciclo de vida de este áfido fue de unos 50 días para completar a 15°C y de 31 días, a 25°C.

Este mismo factor influye de manera positiva sobre los parámetros biológicos de esta especie, mostrando los mayores valores de la tasa reproductiva neta ( $R_0$ ) a la menor temperatura evaluada (15°C); mientras que, la tasa intrínseca de crecimiento ( $r_m$ ) fue mayor a los 25°C, de lo cual deducen que los factores que afectan la duración del ciclo de vida y, en consecuencia, el tiempo generacional, ejercen efectos más importantes sobre la tasa intrínseca de crecimiento, que aquellos factores que afectan la fecundidad (17).

Sin embargo, Duarte (18) al evaluar estos parámetros biológicos, bajo condiciones de temperatura similares, concluyó que las diferencias observadas se deben, fundamentalmente, al efecto de la planta hospedante, al comparar sus resultados con los obtenidos sobre *Solanum melongena* L. y *Eruca sativa* Mill.

## Daños directos

Esta especie, se considera plaga principal en cualquier región del mundo donde se cultive la papa. En condiciones de clima cálido, se sugiere que las poblaciones de áfidos suelen estar dispersas y se alimentan sobre hojas viejas, de las que succionan, en bajas densidades, la savia junto a las venas especialmente. No obstante, su actividad se puede traducir en pérdidas considerables de los rendimientos, aunque sus síntomas pueden no ser obvios (13, 15). Sin embargo, autores como Gahatraj (15) describieron el daño directo en el encorvamiento de la hoja infestada hacia abajo, que puede tornarse parda y llega a morir. Cuando la infestación es muy alta, su daño puede reducir el vigor de la planta, la talla, el rendimiento, y provocar hasta la muerte de la planta.

En Cuba, el daño directo que ocasiona esta especie es menor al indirecto, al actuar como eficiente vector de enfermedades virales que lo convierte en una plaga sumamente peligrosa, al transmitir, principalmente, el virus del enrollamiento de la hoja de la papa (PLRV). Este ocasiona una considerable disminución en los rendimientos y limita de manera drástica la producción de semilla (4, 6).

Según documentos técnicos del cultivo en el país (4, 6) esta enfermedad, se presenta en cultivares sensibles cuando la infección es primaria (ocasionada por la inoculación del virus por un vector). En las plantas afectadas, se produce un fuerte achaparramiento y mermas importantes en el número de tubérculos. Los síntomas se observan en las hojas más altas, principalmente, cuando éstas se tornan pálidas, erectas y sus márgenes se enrollan hacia arriba, pudiendo tomar una coloración rojiza.

En las infecciones secundarias (tubérculos infectados de los que se origina una planta infectada.) se observa un fuerte enrollamiento de las hojas más bajas, que se vuelven cloróticas y crujientes; mientras, en la planta se presentan entrenudos cortos y crecimiento reducido (4, 6).

Es interesante que, dada la importancia de ésta especie, no se encontraron informaciones accesibles sobre la plaga en el cultivo de la papa en el país. La carencia de estudios podría ocasionar fallos al proponerse una estrategia de manejo, pues se conoce que, en el comportamiento de la plaga, poseen una demostrada influencia los factores meteorológicos y el hospedante, resultando necesarios incrementar los estudios al respecto.

#### Caracterización de *Aphis gossypii* Glover

*A. gossypii* es una especie cosmopolita, de reconocida polifagia, lo que la convierte en una importante plaga agrícola, debido al daño que produce a través de su alimentación y la trasmisión de varios virus, los cuales reducen la productividad de los cultivos (20).

En Cuba, se señaló a *A. gossypii* entre las plagas de mayor incidencia en el cultivo de la papa, donde debido a su comportamiento, como vector de virus, se le concede la mayor importancia (4) A escala mundial, se le reconoce también, por los graves daños económicos que provocan en plantas hortícolas, condimentarias y medicinales sembradas, principalmente, en organopónicos, casas de cultivo, incluso, en campo abierto (21, 22).

**Taxonomía:** Orden Hemiptera, Superfamilia: Aphidoidea. familia Aphidae.

**Nombre científico:** *A. gossypii* (Glover) 1877

Descrita en 1877 como *Aphis gossypiii* (Glover) siendo reconocida una subespecie denominada como *Aphis gossypii gossypii* (Glover, 1877) (23)

**Sinonimias** (13):

*Aphis bauhiniae* Theobald, 1918

*Aphis circeandis* Fitch, 1870

*Aphis citri* Ashmead of Essig, 1909

*Aphis citrulli* Ashmead, 1882

*Aphis cucumeris* Forbes, 1883

*Aphis cucurbiti* Buckton, 1879

*Aphis helianthi* Monell

*Aphis heraclella*

*Aphis heraclii*

*Aphis lilicola* Williams, 1911

*Aphis minuta* Wilson, 1911

*Aphis monardae* Oestlund, 1887

*Aphis parvus* Theobald, 1915

*Aphis tectonae* van der Goot, 1917

*Cerosipha gossypii* (Glover, 1877)

*Doralina frangulae* (Kaltenbach)

*Doralina gossypii* (Glover)

*Doralis frangulae* (Kaltenbach)

*Doralis gossypii* (Glover, 1877)

*Toxoptera leonuri* Takahashi, 1921

Su gran polifagia le permitió desarrollar biotipos especializados acorde a alguno de sus hospedantes (22, 24, 25, 26) en zonas tropicales y templadas de todo el mundo. Ello determina que su estatus taxonómico, se considere como complejo pues, además de la preferencia de hospedantes, se encuentran biotipos con diferencias morfológicas en varios caracteres provocados por las condiciones climáticas e incluso, por el tipo de fertilizantes que se emplea en el cultivo (27).

#### Descripción

En Cuba, la forma áptera es más pequeña que *M. persicae*. Se describen de color variable, desde verde sucio, verde grisáceo, hasta verde muy oscuro, llegando a tener tonalidades de verde amarillento, amarillo anaranjado o amarillo sucio (4) .

Para las condiciones de la India, se reseñó también, una alta variabilidad en talla y color, forma de pera y cuerpo blando, en tanto, su coloración va del amarillo al verde oscuro, con una longitud que oscila, entre 0,5 a 7 mm. Los adultos exhiben colores desde verde claro a oscuro, y con sífúnculos oscuros cuando se desarrolla a bajas temperaturas; mientras, a altas temperaturas y en colonias apiladas alcanza 2 mm de longitud y su color es amarillo claro con sífúnculos oscuros, elementos que constituyen, en cualquier latitud, el principal carácter diagnóstico de la especie (22). La presencia de formas aladas o ápteras, se relaciona con la disminución del fotoperiodo y de la temperatura. Las formas aladas coinciden también, con el incremento de las poblaciones, como modo de escapar de la superpoblación de las colonias (22).

Con respecto a la influencia de la temperatura en caracteres, como talla y color de la especie, Bhatnagar *et al.* (27) señalaron que cuando éste factor abiótico se incrementa, su tamaño disminuye a menos de 1 mm, en tanto, tiene desde un color amarillo, muy pálido, hasta casi blancos. Mientras, de manera general, las ninfas poseen una coloración verde claro con manchas verde oscuro, los sífúnculos son oscuros y una cauda

pálida o polvorienta, con el proceso terminal de la cauda menos de dos veces la longitud de la base del último segmento antenal, y siempre más corto que el segmento antenal III. La cauda porta de 4 -7 cerdas, y se distingue por ser más clara que el sifúnculo.

### Hospedantes

*A. gossypii*, se encuentra entre las plagas de mayor importancia económica, debido a su capacidad de afectar a una amplia gama de otros cultivos de igual o similar importancia agrícola, que incluye la horticultura (28, 29). En Australia, se citan alrededor de 200 plantas pertenecientes a más de 60 familias, entre las que se encuentran el algodón (*Gossypium hirsutum* L.) siendo de mayor preferencia las cucurbitáceas, pero también se refiere a las solanáceas, principalmente, al pimiento (*Capsicum annuum* L.) así como, las ornamentales. Sin embargo, tomando como referencia los estudios realizados y a partir del origen de la especie y su desarrollo alternando diferentes hospedantes, se puso en dudas la posible existencia en las poblaciones australianas de la especie, la diferenciación de biotipos (30). Sin embargo, otros autores como Costa *et al.* (31) mencionaron también, entre otros de sus hospedantes, a los cítricos (*Citrus* spp.), cucurbitáceas (*Cucurbita* spp.), cultivares de ají y chill (*Capsicum annuum* L.), quimbombó (*Albelmoschus esculentus* (L.) y las arvenses *Malva parviflora* L., *Senecio vulgaris* L., *Amsinckia intermedia* F. y M., *Amarantus retroflexus* L. y *Sisymbrium orientale* L., *Conyza canadiensis* (L.), *Rumex crispus* L., *Conyza bonariensis* (L.), *Amaranthus blitoides* S. Wats.

Es notorio que Costa *et al.* (31) reiteran la presencia de biotipos de la especie que no difieren en morfología, pero sí en el tipo de ciclo (sexual y asexual), así como del hospedante primario y las estaciones del año; mientras, otros sostienen que son varios los biotipos de la especie, con diferencias morfológicas marcadas por las condiciones climáticas, los hospedantes e incluso, los fertilizantes (26).

### Daños

Como todos los áfidos, posee un aparato bucal del tipo picador chupador, a través del cual succiona con sus estiletos la savia de sus hospedantes. Prefiere el envés de las hojas, lo que provoca el rizado y encorvamiento de las mismas cuando la infestación es grande. Asimismo, pueden encontrarse en los botones florales, e incluso, inducir la marchitez en algunas plantas, dificultar el crecimiento de las más jóvenes, en tanto, en las de mayor edad, reducir la floración y el rendimiento (22, 25, 26).

Como ocurre con otros miembros de la familia, otro de los daños ocasionados, es la excreción de la miel de rocío, que forma una capa de color negro en las hojas, disminuyendo su capacidad de fotosíntesis

y provocando el marchitamiento de las hojas debido al desarrollo del hongo (*Capnodium* sp.) lo cual, sin embargo, actúa a favor del insecto: lo protege de sus enemigos naturales, además de servir de alimento a hormigas y abejas (25).

Estos son los principales daños directos ocasionados por *A. gossypii*. También, está la transmisión de más de 80 virus, los cuales provocan los daños más intensos en el algodón, con pérdidas de los rendimientos de un 30 a 40 % (25, 26).

El libro “Manejo Integrado de Plagas: Manual Práctico” (6) constituye una de las escasas obras en las que se recogen las principales especies de interés agrícola, que se presentan en los cultivos en Cuba. En el texto, *A. gossypii* no se informó en el cultivo de la papa, no así en el Instructivo técnico del cultivo de la papa (4) en el que se encuentra referida como plaga peligrosa, por eficiente acción como vector de enfermedades virales, al transmitir el virus Y (PVI) y el virus del enrollamiento de la hoja de la papa, entre otros (PLRV). Estos producen una considerable disminución en los rendimientos y constituyen una seria limitación en la producción de semilla (4).

### Biología

Según Sarwar *et al.* (22) el ciclo de vida de *A. gossypii*, es tan complejo que resulta difícil de describir, a pesar de su semejanza con otras especies de áfidos. Existen dos tipos de reproducción afectadas por las condiciones climáticas y la preferencia de sus hospedantes, una es partenogenética, en la cual las hembras dan lugar al nacimiento de ninfas, que son clones de la hembra adulta y sin recombinación de genes; mientras, otros se reproducen de forma sexual, mostrando un estado holocíclico.

En mayoría, *A. gossypii*, se reproduce asexualmente dando formas aladas o ápteras; sin embargo, este tipo de reproducción alterna con la forma sexual, de vital importancia en las condiciones de invierno, porque los huevos les ofrece mayor capacidad de supervivencia (22).

No se tuvo acceso a datos acerca del ciclo biológico de *A. gossypii* sobre papa, de ahí, que a fin de obtener información respecto al tema, se comparan los resultados sobre otros hospedantes, como el algodón.

Entre estos trabajos resultan interesantes los resultados obtenidos por Elégbédé *et al.* (32) al comparar el desarrollo de la especie sobre un mismo sustrato, pero suministrando para la cría, plantas completas de algodón, y comparar los resultados con hojas separadas de la planta. Sobre éste último sustrato, observó que la ninfa pasa por cuatro estadios, cuya duración fue de  $1,19 \pm 0,04$ ;  $1,08 \pm 0,05$ ;  $1,00 \pm 0,02$  y  $1,11 \pm 0,04$  días, respectivamente, con un ciclo desarrollo promedio de  $4,38 \pm 0,07$  días, para obtener el estado adulto a temperatura de  $27 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 5\%$  de Humedad Relativa y un fotoperiodo de 12 h (32).

Otros datos obtenidos por estos autores sobre el ciclo biológico de la especie, se resumen en [Tabla 1](#).

La fecundidad diaria incrementó a partir del cuarto día, para alcanzar su valor máximo a los 10 días, con un promedio de 8,34 ninfas en hojas separadas, disminuyendo a la mitad en la planta completa; mientras, la supervivencia fue estable hasta los 10 días y decreció, ligeramente más rápido, en la planta completa comparado a la manera en que se presentó en las hojas separadas (32).

En cuanto a los parámetros poblacionales, se encontraron diferencias significativas en todos los indicadores, con excepción del tiempo medio generacional en ambos sustratos (32).

Estas diferencias halladas en el potencial de desarrollo de la especie, aún en el mismo hospedante, ponen en evidencia la interacción del áfido con su hospedante, debido a la presencia de mecanismos de resistencia desarrollados por la planta (tolerancia, antixenosis, y antibiosis) que se expresan en los resultados de la planta completa, que arrojaron ser siempre menores (32).

En Cuba, estudios sobre *Solanum melongena* L. (berenjena) y *Capsicum annuum* L. (pimiento) determinaron que en berenjena, el ciclo de desarrollo fue de  $5,97 \pm 0,13$  días, el ciclo de vida de  $11,91 \pm 1,07$  días y la longevidad de  $5,94 \pm 0,13$  días; mientras, en pimiento la duración fue de  $5,29 \pm 0,14$  días para el ciclo de desarrollo,  $9,97 \pm 1,55$  el ciclo de vida y una longevidad de  $3,97 \pm 0,37$  días difiriendo, significativamente, los dos últimos indicadores con lo obtenido en berenjena (21).

Si se comparan, a simple vista, el ciclo de desarrollo difiere solo en un día; sin embargo, el ciclo de vida se redujo aproximadamente en una semana, a pesar de haberse obtenido a menor temperatura ( $25,55 \pm 1^\circ\text{C}$  y humedad relativa (HR) de  $68,25 \pm 10\%$ ), aunque con una fecundidad diaria menor a la del algodón (pimiento  $5,81 \pm 0,71$  y: berenjena  $3,45 \pm 0,45$ ) (21). Estas diferencias se acerca a lo indicado por Wood *et al.* (25) acerca de una probable diferencia genética en la utilización del hospedante entre poblaciones de *A. gossypii*.

Ello implica que el conocimiento de la biología de *A. gossypii* en el cultivo de la papa requiere considerar valores aproximados de cada periodo o fase, a fin de decidir los entornos para el manejo de sus poblaciones.

La información recolectada acerca de *M. persicae* y *A. gossypii* mostró las diferencias acerca de hospedantes

y biología encontrados en diferentes países, resultando escaso o casi nulo lo investigado para nuestras condiciones. Ello sugiere la necesidad de emprender estudios sobre el tema, con el objetivo de obtener información válida para diseñar las estrategias de manejo y lograr así, incrementar la productividad de un cultivo esencial para garantizar la Seguridad Alimentaria de la población, tomando en consideración que, unido a los problemas económicos, ya se hacen sentir los efectos del cambio climático en el desarrollo agrícola del país.

No obstante, a través del Sistema de Señalización y Pronóstico se realizan acciones para reducir la presencia de éstos organismos en el cultivo a través del monitoreo de los campos, la programación de las fechas de siembra, la utilización de cultivares resistentes a virosis y el uso de agentes biológicos.

Es importante considerar que las plagas son impactadas por el cambio climático. El aumento de las temperaturas asociado a este fenómeno, conlleva al incremento de la reproducción, supervivencia, dispersión y la dinámica de poblaciones, así como las relaciones con otras plagas, el ambiente y sus enemigos naturales (33).

El cambio climático y su efecto sobre las plagas, constituye uno de los aspectos a tener en cuenta por las consecuencias desastrosas que puede traer, como la introducción de nuevas plagas que son vectoras de enfermedades de gran impacto para el cultivo y causan importantes enfermedades, como la Punta Morada, y la Zebra Chip, causadas por una bacteria y fitoplasmas asociadas al psilido de la papa.

### Características generales de *Bactericera cockerell* (Sulc).

**Taxonomía:** Orden: Hemiptera, Superfamilia: Psylloidea, Familia: Triozidae

**Nombre científico:** *Bactericera cockerell* (Sulc, 1909)

**Sinonimias (13):**

*Paratrioza cockerelli* Šulc (1909)

*Trioza cockerelli* Šulc (1909)

**Nombre común:** salerillo, pulga saltadora, o psilido de la papa, pulgón saltador de la papa, Pulgón saltador de tomate, Paratrioza (34, 36)

La especie fue identificada por primera vez, como *Paratrioza cockerelli* en 1909 por Sulczer, a partir de muestras ofrecidas por el Dr. Cockerell, aunque,

**Tabla 1.** Datos del ciclo biológico de *A. gossypii* según Elégbédé *et al.* (32) / Data on the biological cycle of *A. gossypii* according to Elégbédé *et al.* (32)

Periodo del insecto	Hojas separadas (días)	Planta completa (días)
Ciclo de vida	$18,92 \pm 0,42$	$16,67 \pm 0,71$
Periodo de reproducción	$12,16 \pm 0,43$	$11,17 \pm 0,55$

otros autores lo plantean como *Trioza cockerelli* por la misma autoridad y año, siendo renombrada como *Bactericera cockerelli* (Šulc) por Burckhardt and Lauterer, en 1997 (34, 36).

Debido a las diferencias encontradas entre poblaciones de la especie en cuanto a variaciones en las características morfológicas, genéticas y fisiológicas: se ha determinado la existencia de cuatro halotipos (forma genética que difiere de cualquier otra forma por variaciones en su secuencia de ADN en, al menos, un nucleótido), se describieron cuatro haplotipos de *B. cockerelli*: Western, Central, Northwestern y Southwestern para Norte y Centro América (35).

## Distribución

Canadá, Colombia, Ecuador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Perú, Estados Unidos de América, Austria, Lituania, Holanda, Suiza, Australia, Nueva Zelanda (34, 36, 38, 39).

Su introducción a una determinada área ocurre a través de material vegetal infestado, ya sean frutos de solanáceas, principalmente, si mantienen en otras partes vegetales material vegetativo para plantar, excluyendo tubérculos o suelo donde el insecto no habita (38).

## Hospedantes

Entre sus principales hospedantes se encuentra: papa (*S. tuberosum*), tomate (*Solanum lycopersicum* L.), chile (*Capsicum annum* L.), tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*), tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), berenjena (*S. melongena* L.), entre las silvestres se encuentra el toloache común (*Datura stramonium* L.), hierba mora (*Solanum nigrum* L.) y boniato (*Ipomea batata* L.) y más de otras 40 especies en 20 familias, incluyendo otras Convolvulaceae y Lamiaceae (35, 36, 37, 38).

## Biología

Los adultos de *B. cockerelli*, miden menos de 3 mm de longitud, con aparato bucal del picador chupador. En su desarrollo pasa por huevos, ninfas y adultos. Los huevos son de forma ovoide con corion brillante. Miden menos de 5 mm de longitud y de 0,15 mm de ancho (34), aunque el SPHDS (38) de Australia define en su protocolo de diagnóstico que la talla promedio es de 0.32 mm largo y 0.18 mm de ancho, y de color amarillo recién puestos, y se tornan amarillo oscuro o naranja, según avanza el desarrollo. Usualmente, son depositados de manera individual en el envés y el borde de las hojas y los tallos. Se adhieren a las hojas y tallos por un corto pedicelo de 0,30 - 0,5 mm de longitud, aproximadamente. (34, 36, 39, 41).

Los huevos eclosionan entre los tres a siete días; sin embargo, Rondon *et al.* (41) señalaron que ésta

duración depende de la temperatura, y ofrece un rango de incubación de 6 a 10 días, precisando que a temperaturas de 26°C a 28°C se favorece una temprana incubación, en tanto, por encima de 32°C el impacto es negativo para la reproducción y la supervivencia.

Las ninfas pasan por cinco estadios con forma oval, aplanados dorso-ventralmente, con ojos bien definidos. El primer estadio mide 0,40 mm longitud por 0,21 mm de ancho y muestra una coloración anaranjada. Las antenas presentan los segmentos basales cortos y gruesos, y se van adelgazando hasta finalizar en un pequeño segmento con dos setas sensoras; ojos notorios. Tórax con paquetes alares poco notables. La segmentación en las patas es poco visible. La división del cuerpo no está bien definida (36, 39, 41). A partir del segundo estadio, se aprecian claramente las divisiones del cuerpo. La cabeza presenta un matiz amarillento. Los ojos, un color anaranjado oscuro. El tórax es de color verde-amarillento, y los paquetes alares y las patas segmentados se hacen visibles. Tanto el tórax, como el abdomen incrementan su tamaño. El abdomen presenta una coloración amarilla, y se aprecia un par de espiráculos en cada uno de los cuatro primeros segmentos (36, 39, 41).

Las ninfas son elípticas pero aplanadas y tienen una longitud del cuerpo de 0,4 mm y el ancho es menor a 1,6 mm, que aumenta según los diferentes estadios., Inicialmente, son de color naranja, pero llegan a tener un color verde amarillento, llegando a verde cuando maduran. En ese momento, el cuerpo es cubierto por filamentos cerosos y se hacen visibles los primordios alares. Las características hasta el cuarto estadio son similares, definiéndose más la segmentación y el tamaño. Al arribar al quinto estadio, se define en su totalidad la segmentación del cuerpo (34, 39). Se desarrollan en menos de 13 días, a temperaturas entre 26°C a 28°C (41).

En el estado adulto, tanto la cabeza, como el abdomen, presentan una coloración verde claro y el tórax, una tonalidad un poco más oscura. En la cabeza, las antenas están seccionadas en dos partes por una hendidura marcada cerca de la parte media; la parte basal es gruesa y la parte apical filiforme, presentando seis sencillas placoides. Los ojos adquieren un color rojizo. El tórax presenta los tres pares de patas completamente desarrolladas. Los paquetes alares, se diferencian claramente, sobresaliendo del resto del cuerpo. El abdomen es semicircular y presenta un par de espiráculos en cada uno de los cuatro primeros segmentos.

Al pasar a la forma adulta, presenta una coloración verde-amarillento; las alas se tornan transparentes; mientras, la coloración del cuerpo llega a tomar un matiz café oscuro o negro en 7 a 10 días. La cabeza: ocupa 1/10 del largo del cuerpo, con una mancha de color café que marca la división con el tórax, ojos grandes de color café y antenas filiformes. Tórax: blanco amarillento con manchas café bien definidas, la longitud de las alas es aproximadamente 1.5 veces el largo del cuerpo (34).

La hembra se distingue por tener cinco segmentos visibles, más el segmento genital, que es de forma cónica. En la parte media dorsal presenta una mancha en forma de “Y” con los brazos hacia la parte terminal del abdomen, resulta notable que un carácter tan distintivo de la especie Robdon *et al.* (41) describen que tiene forma de V. El macho tiene seis segmentos visibles más el genital, este último se encuentra plegado sobre la parte media dorsal del abdomen en el que se observan los genitales en forma de pinzas (34). En la referencia (39) se ofrecen más detalles de la morfología de cada estadio ninfal y el adulto.

El desarrollo del estadio ninfal dura hasta 24 días, en dependencia de la temperatura y del hospedante que afecta. La longevidad de los adultos varía de 20 a 60 días (34). Una hembra es capaz de depositar 1000 huevos durante su tiempo de vida (38).

El ciclo biológico de *B. cockerelli* estudiado a 21,2°C y 49,6 % de humedad relativa resultó en una duración total promedio de 22,93 días, cuando fue criado en plantas de papa variedad Super Chola. El ciclo de desarrollo de *B. cockerelli* sobre duró Huevo 8,21 ± 0,801 días; Ninfal 14,71 ± 2,494 días; y de (huevo-adulto) 22,93 ± 3,025 días (36), *B. cockerelli* pasa todo su ciclo de vida en la parte aérea de la planta, con una duración de 24 a 35 días, dependiendo de factores bióticos y abióticos.

Con relación a su biología, se refleja que, la abundancia de las poblaciones de *B. cockerelli* guarda relación directa con la temperatura. De modo, que en el cultivo de la papa cuando la temperatura promedio es mayor a 19 °C, su abundancia incrementa, mostrando sus picos poblacionales cuando la temperatura del aire fluctúa alrededor de los 25°C (36).

## Daños

Para caracterizar los síntomas ocasionados por *B. cockerelli*. y tomando en cuenta su importancia, así como el hecho de que es una especie no presente en el país, partimos de la información ofrecida por otros autores; Como hemíptero causa daños directos por la extracción de savia de las plantas a través de su aparato bucal succionador y la inyección de toxinas. Estos daños son ocasionados por las ninfas provocando el amarillamiento de las plantas y raquitismo, que se traducen en una merma de los rendimientos, reducción del tamaño del tubérculo. Los de baja calidad comercial pueden servir para la siembra, si no están infectados por el patógeno. En papa, tomate y chile puede llegar a matar a la planta, si la infestación ocurre antes de periodo de floración (34).

El amarillamiento es una enfermedad sistémica señalada, como de origen toxigénica, Provoca la reducción del crecimiento, la falta de vigor en el follaje nuevo, clorosis o cambios de color púrpura y deformación basal de hojas, entrenudos acortados y engrosadas, linfáticos agrandados, tubérculos aéreos, senescencia

prematura y muerte de la planta. No obstante, el amarillamiento marginal y el doblamiento hacia arriba de las hojas más jóvenes, son un diagnóstico típico de los daños ocasionados por los psílicos. (34, 35).

## Indirectos

Son aquellos ocasionados por la transmisión de patógenos, que provocan las enfermedades conocidas como: Punta Morada de la papa y la Zebra chip.

La descripción de OIRSA (34) para la región describe de manera literal que:

La Punta Morada es causada por diferentes fitoplasmas (16SrI, 16SrII, 16SrVI, 16SrXII, 16SrXVIII) Los síntomas de la papa se caracterizan por un achaparramiento de la planta, abultamiento del tallo en los lugares de inserción de las hojas, formación de tubérculos aéreos, en tanto, las hojas superiores tienden a adquirir una coloración morada, en algunas variedades. Los tubérculos provenientes de plantas con síntomas de Punta Morada de la papa, desarrollan un pardeamiento interno y generalmente no brotan, o si lo hacen, sus brotes son muy delgados o ahilados. Algunos de éstos síntomas son similares a los causados por el psílido de la papa (*Bactericera cockerelli*) y fitoplasmas (38).

Mientras, los síntomas de la papa manchada o Zebra chip es causada por la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum*, el cual es sinónimo de *Candidatus Liberibacter psyllaourous* (Hansen) (39), que se encuentra en el floema de las plantas y en los psílicos que le sirven de vectores expone: Las papas afectadas por la enfermedad presentaban los siguientes síntomas en la parte aérea: el retraso del crecimiento, clorosis, tallos en forma de zigzag y entrenudos cortos o hinchados, proliferación de yemas axilares, tubérculos aéreos, pardeamiento del sistema vascular, hoja quebradizas, y la muerte prematura de la planta y en los tubérculos infectados, los síntomas se muestran a través de todo el tubérculo, desde el extremo del tallo, hasta el final del brote, e incluyen lenticelas del abarquillamiento de las hojas, marchitez de las hojas y coloración morada a rojiza en las hojas apicales, tallo subterráneo agrandado, estolones colapsados, lesiones del anillo vascular color marrón, moteado necrótico de los tejidos internos, hasta la muerte de las plantas. (34, 39).

Los síntomas en el tubérculo disminuyen su número y tamaño, que tienden a ser deformes, la cascara es áspera y producen brotes prematuros que son delgados y muy débiles. Cuando los tubérculos son cortados transversalmente, muestran un oscurecimiento de los tejidos vasculares y haces medulares a todo lo largo del tubérculo, por lo que pierden su valor comercial (40).

## Control

Para el control del psílido, se plantea una estrategia de Manejo, que es poco utilizada en su totalidad,

debido a su alta peligrosidad si se abusa del control químico.

La estrategia propuesta por OIRSA (34) contempla lo siguiente:

1. Detección y monitoreo; Muestreo de folíolos, Muestreo con red entomológica y Trampas amarillas
2. Control químico

Plaguicidas, entre los que se encuentran, productos altamente peligrosos

3. Control cultural

- Producción de plántula o tubérculo para semilla libre de la plaga y de fitopatógenos.
- Fecha de siembra y/o trasplante acorde al diseño de un patrón de cultivos que reduzca el problema.
- Destrucción de rastrojos

4. Control biológico

Productos botánicos hechos a base de *Chenopodium ambrosioides*, *Azaridachta* sp. y *Argemone* sp.

Uso de *Metarhizium anisopliae*, *Isaria* (= *Paecilomyces*) *fumosoroseus* y *Beauveria bassiana*

5. Control legal

*B. cockerelli* era considerada como plaga ocasional, pero ésta apreciación ha cambiado, de manera drástica, en los últimos años, debido a que ha experimentado un cambio en su distribución, rango de plantas hospedantes y, principalmente por su capacidad para transmisión (37) Esta plaga no está considerada como cuarentenaria, no obstante y pese a las limitaciones del comercio, es muy importante que ante las variaciones del cambio climático que favorecen la introducción de nuevas plagas en la agricultura cubana y dada la importancia del cultivo de la papa para la seguridad alimentaria, se mantenga el seguimiento a ésta importante plaga, para lo cual es imprescindible el monitoreo sistemático y el auxilio del protocolo de diagnóstico de *B. cockerellii* emitido por del Subcommittee on Plant Health Diagnostic Standards. del 2017 (39) En el mismo, se registraa la claves dicotómicas, según los caracteres morfológicos de la especie, para su identificación y separación de especies

Teniendo en cuenta la información recogida sobre los insectos vectores de la papa en el país, es posible sugerir lo siguiente:

- Perfeccionar los métodos de identificación de *M. persicae* y *A. gossypii* tanto en campo como laboratorio.
- Capacitar agricultores y directivos sobre las enfermedades emergentes que acechan al cultivo y su vector *Bactericera cockerelli*

- Editar cartillas sobre las plagas presentes en el cultivo de la papa, con el fin de actualizar los agentes presentes en el país, que faciliten su identificación, biología y métodos de control.
- Monitorear la presencia de síntomas de la enfermedad y de insectos vectores en el cultivo para detectar, controlar y contener el desarrollo de las enfermedades emergentes.
- Desarrollar una estrategia de prevención y mitigación de los daños que podrían presentarse en el cultivo de introducirse *B. cockerelli*.

## AGRADECIMIENTOS

La investigación que da origen a los resultados presentados en la presente publicación recibió fondos de la Oficina de Gestión de Fondos y Proyectos Internacionales bajo el código PN211LH009-012 referido al proyecto “Pronóstico de la distribución de las principales plagas de *Solanum tuberosum* L. en correspondencia con el desarrollo del cultivo en escenarios climáticos futuros”, perteneciente al Programa Nacional de Mitigación y Adaptación al cambio climático en Cuba. A la DrC. Mayra G. Rodríguez Hernández, por su apoyo en la búsqueda de bibliografía y la revisión final del trabajo.

## REFERENCIAS

1. Centro Internacional de la Papa (CIP). Datos y cifras de la papa. 2022. <https://cipotato.org/es/potato/potato-facts-and-figures/> (Acceso: 15 de mayo 2023).
2. Dongyu Q. Duplicar la producción mundial de papa en 10 años es posible, FAO. 2022. <https://hortoinfo.es/fao-produccion-mundial-papa-150622/> (acceso 20 julio 2023).
3. Molina J, Mairena S, Boanerge B, Aguilar L. Guía MIP en el cultivo de la papa. INTA. 1ra Edición. 2004. Managua, Nicaragua. 60 pp. <https://cenidia.una.edu.ni/relectronicosRENH10M722.pdf>
4. Ministerio de la Agricultura (MINAGRI). Instructivo técnico para la producción de papa en Cuba. 2016. La Habana, 66 pp.
5. Estévez Valdés A (Coordinador). El cultivo de la papa en Cuba. 2007. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) (Editorial). San José de las Lajas, Cuba. 534 pp. ISBN: 959-7023-32-6.
6. Martínez González E, Barrios Sanromá G, Rovesti L, Santos Palma R. Manejo Integrado de Plagas. Manual Práctico. 2006. Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV), Cuba; Entrepueblos, España; Gruppo di Volontariato Civile (GVC), Italia, (Editoriales). Versión Impresa producida en Tarragona, España. 483

- pp. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/317298831\\_Manejo\\_Integrado\\_de\\_Plagas\\_Manual\\_practico](https://www.researchgate.net/publication/317298831_Manejo_Integrado_de_Plagas_Manual_practico) Accesos: 5 mayo 2023.
7. García-Arenal F. Impacto económico y social de las enfermedades emergentes en plantas. *Revista de Occidente*. 2013; 381: 17-120
  8. Monge Pérez J.E. Insectos como vectores de microorganismos. 2021. Disponible en: <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/83645> acceso: 5 mayo 2023
  9. Fereres C.A. Situación actual y avances en investigación: vectores de enfermedades emergentes. 2019. 13 pp. Disponible en: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/203842/1/SITUACION%20ACTUAL%20Y%20AVANCE%20EN%20INVESTIGACION.pdf>
  10. Torruella Naranjo A M. Caracterización de factores celulares involucrados en el transporte viral y en la interacción de la proteína de movimiento del virus del bronceado del tomate (Tomato spotted wilt virus) con la proteína codificada por el gen de resistencia Sw-5b. [Tesis Maestría en Biotecnología Molecular y Celular de Plantas]. Instituto de Biología Molecular y Celular de Plantas (IBMCP). Universidad Politécnica de Valencia. 2018. 60 pp. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/97983/TORRUELLA%20-%20Caracterizaci%3b%20de%20factores%20celulares%20involucrados%20en%20el%20transporte%20viral%20y%20en%20la%20int....pdf?sequence=1&isAllowed=y>
  11. Swayamjit R, Casteel C.L. Effector-mediated plant-virus-vector interactions. *The Plant Cell*. 2022; 34 (5): 1514-1531. <https://doi.org/10.1093/plcell/koac058>
  12. Simbaqueba R, Serna F, Posada-Flórez F.J. Curaduría, Morfología e identificación de Áfidos (Hemiptera: Aphididae) del Museo Entomológico UNAB. Primera aproximación. *Bol. cient. mus. hist. nat.* 2014;18 (1): 222-246
  13. CABI. Data sheets: *Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, *Bactericera cockerelli*. 18 dic 2021-<https://doi.org/10.1079/cabicompendium.35642> y 456, 9 jun 202. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.6204>
  14. Valencia L, Trillos O. Áfidos de papa: Identificación, biología, descripción de daños y métodos de seguimiento. 36 - 47. 1986. Publicador por: Centro Internacional de la Papa Instituto Colombiano Agropecuario - ICA [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20500.12324/14492/Ver\\_Documento\\_14492.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20500.12324/14492/Ver_Documento_14492.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
  15. Gahatraj S. Integrated management of green peach aphid *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae). *International Journal of Entomology Research*. 2019; 4 (2): 42-45
  16. Blackman R L. Morphological discrimination of a tobacco-feeding form from *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera:Aphididae), and key to New World *Myzus* (Nectarosiphon) species. *Bull. Ent, Res.* 1987; 77: 713- 730.
  17. Andorno A, Hernández C, Botto E, Schultz S, La Rossa F. Estudios biológicos de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) sobre rúcula (*Eruca sativa* Mill.) en condiciones de laboratorio. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*. 2007; 36 (2): 85-95.
  18. Duarte L, Ceballos M, Baños HL, Sánchez A, Miranda I, Martínez MA. Biología y tabla de vida de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) en condiciones de laboratorio. *Rev. Protección Veg.* 2011; 26 (1):1- 4
  19. Acuña BI, Tejeda TP. Enfermedades causadas por virus en el cultivo de papa y su manejo [en línea]. Osorno: Informativo INIA Remehue. no. 132. 2014. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/4783> (Consultado: 13 octubre 2023).
  20. Ebert T A, Cartwright B. Biology and ecology of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) *Southwestern Entomologist*. 1997; 22 (1): 116-153 disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/265058912>
  21. del Toro-Benítez M, Baños-Díaz HL, Miranda-Cabrera I, Chico-Morejón R, Martínez-Rivero MA. Biología y parámetros poblacionales de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) sobre pimiento (*Capsicum annum* L.) y berenjena (*Solanum melongena* L.). *Rev. Protección Veg.* 2016; 31(2): 87-93
  22. Sarwar M K Azam I, Iram N, Iqbal W, Rashda A, Anwer Ki A F, Rafaqat Ali. Cotton aphid *Aphis gossypii*. (Homoptera; Aphididae); a challenging pest; Biology and control strategies: A Review. *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*. 2014; 5: 288 - 293. disponible en: <https://researchgate.net/publication/275100273>
  23. Gobierno de Canarias. Ficha de *Aphis gossypii*. (BIOTA). Banco de datos de Biodiversidad de Canarias. 2023. <https://www.biodiversidadcanarias.es/biota/especie/A07092?orderBy=documento&orderForm=true&tabMenuInside=taxonomyTab>
  24. Guo H, Yang F, Meng M, Fen J, Yang Q, Wang Y. No evidence of bacterial symbionts influencing host specificity in *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera:Aphididae). *Insects*. 2022; 13 (5): 462. DOI: <http://doi.org/10.3390/insects13050462>
  25. Wool D, Hales D, Sunnucks P. Host Plant Relationships of *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) in Australia. *J. Aust. ent. SOC.* 1995; 34: 265-271

26. Singh G, Singh N P, Singh R. Food plants of a major agricultural pest *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) from India: an updated checklist. Int. J. LifeSc. Bt & Pharm. Res. 2014; 3 (2): 1-26
27. Bhatnagar A, Jandrajupalli S, Venkateswarlu V, Malik K, Shah MA, Singh BP. Mapping of aphid species associated with potato in India using morphological and molecular taxonomic approaches. Potato J. 2017; 44 (2): 117-125.
28. Taibo Cabrera A D, Ramos González Y. Fluctuación poblacional de *Aphis craccivora* y *Aphis gossypii* sobre *Phaseolus vulgaris*. Centro Agrícola. 2019; 47 (1): 55-60.
29. Li W, Zhang S, Jun-Yu L, Chun-Yi W, Li-Min L, Xiang-Zhen Z, Chun Hua L, JinJie C. Identification of *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera:Aphididae) Biotypes from different host plants in North China. PLoSONE. 2016. 11 (1): e0146345 <https://doi.org/10.1371/journal.pone0146345>
30. Wool D, Hales D, Sunnucks P. Host Plant Relationships of *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) in Australia. J. Aust. ent. SOC. 1995; 34: 265-271 265
31. Costa-Comelles J, Soto A, Alonso A, Rodriguez J.M, Garcia-Mari F. El pulgón *Aphis gossypii* Glover: eficacia de algunos plaguicidas en cítricos y su acción sobre el fitoseido *Euseius stipulatus* A-H. Levante Agrícola. 1994; 3<sup>er</sup> trimestre: 201-213
32. Elégbédé M T, Glitho I A., Akogbéto M, Dannon E A, Toffa Mehinto J, Douro K, Tamò M. Influence of cotton plant on development of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae). International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science. 2014; 4(2): 40-46. <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/75923>
33. Skendžic S, Zovko M, Živkovic IP, Lešic V, Lemic D. The Impact of Climate Change on Agricultural Insect Pests. Agricultural Insect Pests. Insects. 2021; 12 (5): 440. doi: <http://doi.org/10.3390/insects12050440>
34. Bujanos Muñoz R. Ramos Méndez C. El psílido de la papa y tomate *Bactericera* (= *Paratrioza*) *cockerelli* (Sòlc) (Hemiptera: Triozaidae): ciclo biológico; la relación con las enfermedades de las plantas y la estrategia del manejo integrado de plagas en la región del OIRSA. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. San Salvador. <https://www.oirsa.org/contenido/Manual%20Bactericera%20Cockerelli%20versio n%201.3.pdf>
35. Cerna Chávez E, Beltrán Beache M, Marín Ochoa Y, Fuentes F M, Hernández Bautista O, Delgado Ortiz J C, *Bactericera cockerelli* vector de *Candidatus Liberibacter solonacearum*, morfometría, y halotipos en poblaciones de México. Rev. Mex. Cien. Agric 2021. (pub. Esp), No. 26. 15 de junio.-30 de julio 2021 <https://cienciasagricoas.inifap.gob.mx>
36. Castillo Carrillo CI, Llumiquinga Hormaza P J. Manual para reconocer e identificar al psílido de la papa (*Bactericera cockerelli* Šulc), en campo y laboratorio. Manual técnico No. 121. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 2021. 40 p
37. Manobanda M, López P, Vásquez C. Bioecología de *Bactericera cockerelli* (Sòlc.) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en las provincias de Tungurahua y Cotopaxi, Ecuador. Investig. Agrar. 2022; 24(2):70-80. <https://dx.doi.org/10.18004/investig.agrar.2022.dici.2402707>
38. Pérez W, Castillo Carrillo C, Navarrete I, Gamarra H, Arango E, Naccha J, Andrade-Piedra JL. 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). 2021. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA). Lima, Perú <https://hdl.handle.net/10568/115573>
39. Subcommittee on Plant Health Diagnostic Standards (SPHDS). Diagnostic Protocol for the detection of the Tomato Potato Psyllid, *Bactericera cockerelli* (Šulc). 2017. NDP 20 versión number v1.2. <http://plantbiosecuritydiagnostics.net.au/resource-hub/priority-pest-diagnostic-resources/>
40. Rondon S, Schreiber A, Hamm P, Olsen N, Wenninger E, Wohleb C, Waters T, Cooper R, Walenta D, Reitz S. Potato Psyllid Vector of Zebra Chip Disease in the Pacific Northwest. 2017 PNW 633. May 2017 8pp

**Conflicto de intereses:** No existen conflicto de intereses

**Contribuciones de la autora:** Conceptualización, Visualización, Escritura-borrador original, revision y edición.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)