



**TITULO:** Resultado del manejo de *Ralstonia solanacearum* en las casas de cultivos protegidos en Sancti Spíritus.

**TITLE:** Management of *Ralstonia solanacearum* in protected cultivation houses in Sancti Spíritus.

## AUTORES

Carlos Alberto Cervantes Zulueta.  <https://orcid.org/0000-0003-0295-1267>.<sup>1</sup> Ingeniero Agrónomo. Profesor auxiliar en la Universidad José Martí de Sancti Spíritus. e- mail: jdsv@dlg.ssp.minag.gob.cu. Departamento Provincial de Sanidad Vegetal. Sancti Spíritus. Sancti Spíritus. Cuba.

Pedro Fidel Fuentes Chaviano.  <https://orcid.org/0000-0002-5915-3381>.<sup>2</sup> Ingeniero Agrónomo. Doctor en ciencias. Profesor Titular. UNISS. e -mail: fuentes@uniss.edu.cu. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad José Martí de Sancti Spíritus. Sancti Spíritus. Cuba.

## RESUMEN

La marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum* E.F. Smith) es una de las enfermedades de gran importancia económica a nivel mundial. En el país uno de los principales problemas al que se enfrentan los productores en el cultivo de las solanáceas es evitar la incidencia de la marchitez bacteriana. El trabajo se desarrolló en el municipio de Sancti Spíritus en las casas de cultivo La Quinta, de la UEB Aseguramiento y Servicios Sancti Spíritus perteneciente a la delegación de la agricultura, durante los años 2018-2021, con el objetivo determinar el resultado de las medidas de manejo de la *Ralstonia solanacearum*. Su estudio y evolución se basó en la aplicación de medidas físicas y de control biológico para mitigar el desarrollo de la enfermedad, objeto de cuarentena (Entidad 451). Como resultado de la investigación se identificaron las medidas más eficientes en el manejo de la *R. solanacearum* y los niveles de riesgos potenciales de adaptación del patógeno. Se demuestra además que las medidas implementadas lograron erradicar y eliminar la distribución e incidencia de la enfermedad en las casas de cultivo La Quinta.

**Palabras clave:** RALSTONIA SOLANACEARUM; MANEJO; CULTIVOS PROTEGIDOS.

## **ABSTRACT**

Bacterial wilt (*Ralstonia solanacearum* E.F. Smith) is one of the diseases of great economic importance worldwide. In the country, one of the main problems faced by producers in the cultivation of solanaceae is to avoid the incidence of bacterial wilt. The work was carried out in the municipality of Sancti Spíritus in the La Quinta cultivation houses, of Assurance and Sancti Spíritus Services BEU, belonging to the delegation of agriculture, during the years 2018-2021, with the objective to determine the result of the management measures of the *Ralstonia solanacearum*. Its study and evolution was based on the application of physical and biological control measures to mitigate the development of the disease, subject to quarantine (Entity 451). As a result of the investigation, the most efficient measures in the management of *R. solanacearum* and the levels of potential risks of adaptation of the pathogen were identified. It is also shown that the implemented measures managed to eradicate and eliminate the distribution and incidence of the disease in La Quinta cultivation houses.

**Keywords:** RALSTONIA SOLANACEARUM; MANAGEMENT; PROTECTED CROPS.

## **INTRODUCCIÓN**

La producción de hortalizas en casas de cultivos o bajo invernadero es una de las técnicas que se utiliza actualmente en la producción agrícola. La ventaja del sistema de invernadero sobre el método tradicional a cielo abierto, es que bajo invernadero, se establece una barrera entre el medio ambiente externo y el cultivo. Esta protección permite al agricultor controlar la temperatura, la cantidad de luz, las precipitaciones y aplicar efectivamente el control químico y biológico para proteger el cultivo, obtener importantes volúmenes de producción de hortalizas en suelos sin calidad agrícola, así como lograr el abastecimiento de vegetales durante todo el año a la red hotelera nacional, la población urbana y el mercado de frontera. En Cuba se introduce el cultivo protegido a finales de la década de los ochenta, con el objetivo de extender las producciones de las principales hortalizas (tomate, pimiento, sandía y melón) a época de primavera – verano, que por las altas precipitaciones, solo se producían durante el

invierno como producciones estacionarias (Vázquez y Fernández (2007)). En nuestra provincia se cuenta con una dotación de treinta y seis casas de cultivo, para cumplir los objetivos antes planteados, siendo el cultivo del tomate el líder en las producciones de la entidad casas de cultivo La Quinta.

La marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum* E.F. Smith) es una de las enfermedades de gran importancia económica a nivel mundial. En Honduras es uno de los principales problemas al que se enfrentan los productores en el cultivo del tomate, en evitar la incidencia de la marchitez bacteriana, causada por la bacteria *R. solanacearum*, (Melgar *et al.*, 2012). En Cuba es considerada como plaga cuarentenada en el listado oficial como A-1, Entidad 451, de acuerdo con el Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV, 2007).

En el caso específico de nuestra provincia, podemos señalar que se enfrentó la presencia de la *Ralstonia solanacearum* precisamente en los cultivos de la UEB productiva casas de cultivo La Quinta, desde julio del 2007, estableciéndose el estado de cuarentena por la dirección nacional de sanidad vegetal como Entidad 451, donde se realizó un intenso trabajo y considerables gastos económico – productivos durante más de 10 años, lo que trajo consigo la mitigación de la enfermedad y la propuesta del desarrollo de este estudio y resultados a partir del año 2018-2021 (Cervantes, 2018).

Donde los estudios se encaminaron a la búsqueda de medidas para el control de *R. solanacearum*. El riesgo que representan las medidas para su control no solo para la salud humana y el medioambiente, así como el resultado agroproductivo nos han motivado a la búsqueda de las principales medidas con el objetivo determinar el resultado del manejo de *Ralstonia solanacearum*. La disponibilidad de los registros bioestadísticas de las acciones legales documentadas de la vigilancia fitocuarentenadas en la provincia en el período desarrollado y la preocupación constante por la protección fitosanitaria y del medio ambiente, nos incentivó a la realización de este estudio con el objetivo del determinar las medidas de manejo de *Ralstonia solanacearum* sobre la incidencia del patógeno en las casas de cultivo la Quinta.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El trabajo se desarrolló en la Unidad productiva Casas de cultivo La Quinta,

perteneciente a la UEB Aseguramiento y Servicios del municipio Sancti Spíritus. Se evaluó en los cultivos plantados y fundamentalmente en tomate por su vulnerabilidad y su peso en los resultados económicos-productivos. Se efectuó durante febrero 2018 y diciembre 2021.

Se hizo una investigación descriptiva por el método no experimental mediante un diseño longitudinal. Los datos se procesaron en el programa MICROSOFT EXCEL 2007. Se realizó un cronograma de trabajo para la implementación de medidas de manejo de *R. solanacearum* en las casas de cultivo La Quinta.

La implementación y evaluación de las medidas de manejo, se realizó a partir de aplicar medidas regulatorias de cuarentena. Con este fin se emplea el Manejo Integrado, Manejo Agroecológica de plagas y enfermedades (Vázquez, 2007), con la entrada de la *Ralstonia solanacearum* (Marchitez bacteriana), considerada en el listado oficial de cuarentena de la Entidad 451 (CNSV, 2007). Durante el desarrollo del trabajo se implementó el manejo de la enfermedad:

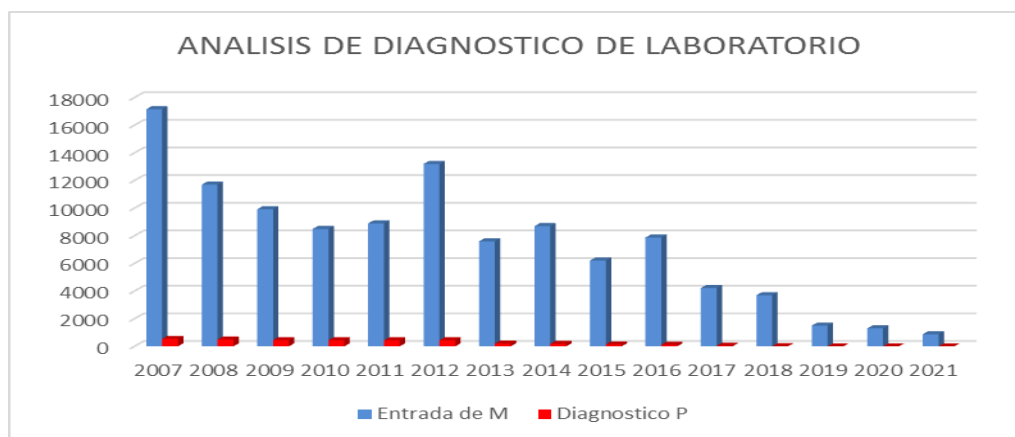
- aplicando *Trichoderma harzianum* cepa -34 a razón de 8 kg.ha<sup>-1</sup> cada quince días.
- aplicación semanal de microorganismos eficientes a razón de 100 ml/l con solución final de 400 L.ha<sup>-1</sup>.
- uso de materia orgánica/cachaza a razón de 40 ton.ha<sup>-1</sup>.
- proceso de solarización al inicio de las campañas de frío-primavera de 6-8 semanas.

Para la implementación de estas medidas se recopiló los datos necesarios de la investigación sobre las labores y acciones realizadas que anteriormente a su recopilación no se desarrollaban, al no existir una metodología para evaluar los impactos de la entrada de una plaga al país se utilizaron criterios de varios autores, como Vázquez y Fernández (2007), Ishida et al. (2019) y Funahashi et al., (2022). El manejo de plagas y enfermedades en La Quinta se realizaban bajo programa de tratamientos químicos.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Índice de afectación**

Al inicio de la afectación por *Ralstonia solanacearum* se determinaron los índices de distribución e incidencia al aparecer la enfermedad se desarrollaron medidas legales y de restricción estableciendo la cuarentena, por lo que a partir de su entrada en el 2007 hasta el 2016, se refleja en el número de muestras diagnosticadas (Figura 1), se puede observar como la enfermedad va aumentando los índices desde el 2007 hasta el 2012 alcanzando su máximo valor, siendo este el año de menor cantidad de precipitaciones, las lluvias tienen un efecto directo sobre la enfermedad, la bacteria penetra por heridas de las raíces causadas por insectos, nemátodos o prácticas agrícolas. Una vez que la infección ha ocurrido en las raíces, las bacterias colonizarán la planta por el xilema en los haces vasculares, este proceso es acelerado por temperaturas altas (Serag et al., 2020; Umrao et al., 2021; Singh, 2021;), además cuando las enfermedades llegan al ecosistema donde las condiciones climáticas son favorables para su desarrollo, y el desconocimiento de su manejo se desarrolla todo su potencial, es así que a partir del 2015 y hasta el 2019 se observa una disminución gradual de los índices y reducción de las muestras, esto se relaciona con el aumento de las medidas de manejo de la enfermedad.



**Gráfico 1. Índice de infestación de *R. solanacearum*. Año 2007-2021.**

El análisis del comportamiento de los índices de afectación permitió la toma de decisiones necesarias al estar conscientes que el uso aislado de pocas medidas de control no rendirá el efecto deseado para desarrollar un control exitoso. En consecuencia, es necesaria la aplicación integrada de estrategias de combate que

sea práctico y razonable utilizarlas porque la contribución de cada una de ellas mejorará los niveles esperados de control (Medina, 2020).

Al analizar el porcentaje de áreas tratadas con el hongo *T. harzianum* utilizado en las casas de cultivo La Quinta como alternativa de control de la *R. solanacearum*, se aprecia que en los años 2014-2015 se realizaron aplicaciones por debajo del 100 % del área existente, a partir del 2016 se observa un incremento a través de los años, de las aplicaciones permitiendo disminuir la presencia de la enfermedad, el mayor porcentaje de área tratada fue en el 2021 (Tabla 1) coincidiendo con lo planteado por Vázquez et al. (2013) que recomiendan utilizar este producto no como antagonístico, sino como fortalecedor de las defensas de las plantas.

En este caso el efecto de reducción de la incidencia puede explicarse por una combinación de los efectos antes mencionados que desarrolla la *Trichoderma* al ser aplicado directamente a las plantas y el suelo. Según estudios realizados por Ceballos et al. (2014), la aplicación de *Trichoderma harzianum* A-34, tiene un efecto positivo que permite recuperar el equilibrio biológico en el suelo, ya que logra reducir notoriamente las poblaciones de organismos patógenos como *Ralstonia solanacearum*. Esta condición es la que se observa en las casas de cultivo sobre plantas de pepino, pimiento y la reincorporación en el año 2019 del cultivo del tomate, con resultados positivos en la fenología del cultivo y la mitigación y reducción de la enfermedad.

**Tabla 1. Áreas tratadas con *T. harzianum*, Año 2014-2021.**

Año	Área existente (ha)	Áreas tratadas (ha)	Kg aplicados (Dosis 8 Kg.ha <sup>-1</sup> .)	Área tratada (%)	Número de tratamientos
2014	24,76	13,9	111,2	56	13,9
2015	23,8	18,7	149,6	78	18,7
2016	30,74	32,74	261,92	106	32,74
2017	31,22	50,21	401,68	160	50,21
2018	34,56	66,28	530,24	192	66,28
2019	36,88	80,79	646,32	219	80,79
2020	37,68	82,4	659,2	218	82,4
2021	38,89	88,22	705,76	221	88,22

(Fuente: elaboración personal).

### Casas de cultivo con tratamientos de microorganismos eficientes.

Al realizar las aplicaciones integradas de microorganismos eficientes M-50 en las casas de cultivo la Quinta como alternativa de control de la *R. solanacearum*, por su actuación debido a la variedad de microorganismos que lo constituyen, el cual actúa solubilizando nutrientes en el suelo, estimulando el crecimiento de las plantas e inhibiendo y controlando enfermedades por los diferentes metabolitos presentes (Tanya y Leyva, 2019), se aprecia que en los años 2014-2015 no se realizaron aplicaciones a la totalidad del área existente, a partir del 2016 se observa un incremento de las aplicaciones y disminución de las plantas afectadas, esto permitió que en el 2017, se comienzan a desarrollar integradamente las acciones en el manejo que facilitó el levantamiento de la cuarentena, el mayor porcentaje de área tratada fue en el 2021, que alcanza 2 tratamientos promedio a toda el área (Tabla 2). Los tratamientos realizados fueron con microorganismos eficientes M-50 producida por Labiofam, cumpliendo con los parámetros de control de calidad. (Fernández-Larrea y Elosegui, 2006) para la producción local de este hongo.

Tabla 2. Áreas tratadas con Microorganismos eficientes M-50. Año 2014-2021.

Año	Área (ha)	Áreas tratadas (ha)	Volumen aplicado (mL)	Área tratada (%)	Número de tratamientos
2014	24,76	0	0	0	0
2015	23,8	0	0	0	0
2016	30,74	39,29	785,8	1,27	33,0
2017	31,22	40,59	812,0	1,3	31
2018	34,56	66,28	1326	1,9	35
2019	36,88	70,79	1416	1,9	37
2020	37,68	72,4	1448	1,92	37
2021	38,89	78,22	1564	2,0	39

(Fuente: elaboración personal).

Al realizar aplicaciones de microorganismos eficientes M-50, permitió reforzar el programa de Manejo de *R. solanacearum*, por lo que contribuyó a reducir las incidencias, al incrementar las aplicaciones a los diferentes cultivos en las casas de cultivo la quinta, confirmado que además de las sustancias nutritivas, los biofertilizantes aportan a las plantas sustancias de crecimiento que permiten la asimilación de los

nutrientes. La nutrición de las plantas en estas condiciones favorece la proteosíntesis y esto explica el aumento de la resistencia a los organismos nocivos (Sola, 2019). Además, corrobora lo planteado por (Marrero, 2018), que microorganismos eficientes genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades.

### **Efecto de la realización de la solarización en las casas de cultivo.**

Al analizar esta acción presenta una gran alternativa para el manejo de la *R. solanacearum* en las casas de cultivo (Funahashi et al., 2022). La solarización, comenzó a aplicarse en el 2016, lográndose su incremento 2020-2021 al favorecer con impacto el desarrollo de los cultivo y su efecto sobre la enfermedad, contribuyendo como medida para el control (**tabla 3**), y variante ante los nuevos retos de la agricultura sustentable, coincidiendo y afirmando lo planteado por Sánchez-Navarro et al. (2022), que la solarización evita y reduce la manipulación un agroecosistema más estable, lo que evita depender cada día menos de los agroquímicos convencionales que son los de gran impacto.

**Tabla 3. Resultado de la realización de la medida de manejo de la solarización.**

<b>Año</b>	<b>Casa en producción</b>	<b>Total, casa con solarización</b>	<b>%</b>
2014	24	0	0
2015	24	0	0
2016	28	14	50
2017	34	28	82,3
2018	34	30	88,2
2019	36	50	1,39
2020	36	62	1,72
2021	36	76	2,11
total	228	260	1,14

(Fuente: elaboración personal).

Se trabajó esta medida de manejo de la *R. solanacearum* a partir 2016 al inicio de cada campaña de frío- primavera en el desmonte y cobertura del techo de las casas de cultivo con la finalidad de lograr la solarización, facilitando con este procedimiento cambios bruscos de temperatura corroborando con los resultados López (2004) que solarizar el suelo por un período de 6 semanas resulta eficiente para reducir la incidencia de la marchitez bacteriana, estas diferencias pueden ser explicadas de

acuerdo a la radiación solar en diferentes zonas geográficas. Las temperaturas registradas durante el proceso de solarización fluctuaron entre 33,17 °C a 48,33 °C a una profundidad de 10 cm (A-10), lográndose con efectividad, en las casas porque controla también nemátodos, pupa de insectos, malezas y hongo la reducción de la incidencia. La solarización mejora la disponibilidad del nitrógeno y otros elementos esenciales del suelo, además, favorece la acción de organismos antagónicos que pueden introducir después del tratamiento (*Trichoderma* spp, entre otros) de acuerdo con por Abo-Elyousr, y Marei Almasaudi, (2022), por lo que contribuye al control por la movilidad que tiene la enfermedad en el suelo.

### **Casas de cultivo con aplicación de materia orgánica/cachaza**

El manejo de la *Ralstonia solanacearum* con cachaza/ materia orgánica a razón de 40 ton. ha<sup>-1</sup>, no solo contribuyó al Manejo de la bacteria, sino que permitió el incremento productivo y reducir la presencia de la enfermedad al utilizar materia orgánica certificada coincidiendo con (Hernández y Bustamante, 2001), que planteó que la severidad de la enfermedad se redujo con el uso de broza de café y dos tipos de compost. Una de las herramientas del control biológico que puede contribuir en el manejo de *R. solanacearum* es el uso de abonos orgánicos, los cuales favorecen el crecimiento y la biodiversidad de microorganismos existentes en la rizosfera de las plantas, ayudando a disminuir las poblaciones del patógeno en el suelo, por lo que sí hubo efectos positivos sobre la severidad de la marchitez bacteriana.

El inventario de los biorreguladores presentes manifestó un incremento de siete especies en el año 2021 con relación al 2018. La diversificación de las áreas ha favorecido el uso y aplicación de entomopatógenos, así como la riqueza de los enemigos naturales, estos juegan un papel importante en el control y el equilibrio del ecosistema.

### **Clasificación de los impactos de las medidas de manejo.**

Se consideraron dos impactos fitosanitarios como positivos y uno como negativo, mientras tres impactos medioambientales fueron declarados como negativos, el aumento de la demolición de casas de cultivo (Tabla 5), aspectos que han sido claves en la disminución del cultivo de tomate-pimiento por consecuencia del volumen de

producción, siete fueron positivos dentro de ellos el incremento de la biodiversidad y uso de los medios biológicos son de gran importancia para el ecosistema.

### **Clasificación de los impactos Fitosanitarios y medio ambientales.**

#### **IMPACTOS POSITIVOS**

1. Aumentó el área bajo señal con ello la vigilancia fitosanitaria.
2. Mejoraron las atenciones agrotécnica y rigor técnico en las casas de cultivo.
3. Incremento de la biodiversidad.
4. Aumento el uso de los medios biológicos.
5. Recuperaron de siembras de melón.
6. Realizaron aplicaciones de materia orgánica y cachaza.
7. Utilización de microorganismos eficientes
8. Efectividad de las aplicaciones, biológicas y medidas alternativas

#### **IMPACTOS NEGATIVOS**

1. Altos índices de infestación por *Ralstonia solanacearum*
2. Demolición de casa de cultivos.

#### **CONCLUSIONES**

1. Las medidas de manejo desarrolladas permitieron la erradicación de la marchitez bacteriana provocada por *Ralstonia solanacearum* en las casas de cultivo de La Quinta.
2. Se consideraron que los impactos positivos la utilización e incremento de los medios biológicos y el uso de la materia orgánica como medidas de control de la marchitez bacteriana.

## REFERENCIAS

- Abo-Elyousr, K. A., & Marei Almasaudi, N. (2022). Application of *Trichoderma harzianum* Strain KABOFT4 for Management of Tomato Bacterial Wilt Under Greenhouse Conditions. *Gesunde Pflanzen*, 1-9.
- Ceballos, G., Álvarez, E., & Bolaños, M. M. (2014). Reducción de poblaciones de *Ralstonia solanacearum* raza 2 (Smith) en plátano (*Musa AAB Simmonds*) con aplicación de extractos de *Trichoderma* sp. (Alexopoulos y Mims) y bacterias antagonistas. *Acta agrónomica*, 63(1), 80-87.
- CNSV. (2007). Establecimiento de la cuarentena casas de cultivo de La Quinta en función de Marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*). Sancti Spíritus. Cuba.
- Cervantes, C.A, (2018). Informes de evaluación de *Ralstonia solanacearum* casas de cultivo, cuarentena vegetal. Dpto Sanidad Vegetal.
- Fernández-Larrea, O, O Elosegui. (2006). Biocontrol de fitopatógenos con *Trichoderma* y otros antagonistas. *Fitosanidad* 10(2)147-148, La HABANA
- Funahashi, F., Myrold, D. D., & Parke, J. L. (2022). The effects of soil solarization and application of a *Trichoderma* biocontrol agent on soil fungal and prokaryotic communities. *Soil Science Society of America Journal*, 86(2), 369-383
- Hernández Garboza, L., & Bustamante Rojas, E. (2019). Control biológico de la marchitez bacterial en tomate con el uso de enmiendas orgánicas.
- Ishida, A. K. N., Campos, K. R. D. A., & Lopes, C. A. (2019). Ocorrência de *Ralstonia pseudosolanacearum* em pimenta de cheiro (*Capsicum chinense*) no estado do Pará. *Summa Phytopathologica*, 45(1), 111-112
- López Tzoc, JG (2014). Evaluacion del solarizado para el control de *Ralstonia solanacearum* en el cultivo de tomate *Lycopersicon esculentum*, Universidad de San Carlo, Guatemala.
- Marrero P.A (2018) Bioproductos Agrícolas cubanos y su manejo. Cuba
- Medina Gómez, L. M. (2020). *Evaluación de la tolerancia de portainjertos de tomate y berenjena para el manejo de Ralstonia solanacearum [Smith (1896) Yabuuchi et al., 1996], León Nicaragua, 2019* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria).

- Melgar, J., Rivera, J. M., Brown, J., & Weller, S. (2012). Marchitez bacteriana en solanáceas: su reconocimiento y manejo integrado. *Lima, Cortés, Honduras: FHIA*.
- Sánchez-Navarro, A., Jiménez-Ballesta, R., Girona-Ruiz, A., Alarcón-Vera, I., & Delgado-Iniesta, M. J. (2022). Rapid Response Indicators for Predicting Changes in Soil Properties Due to Solarization or Biosolarization on an Intensive Horticultural Crop in Semiarid Regions. *Land, 11(1)*, 64.
- Serag, A. M., Salim, T. M., Farid, M. A., & Elsisy, A. A. (2020). Molecular Characteristics of Ten *Ralstonia solanacearum* Strains of Brown Rot Disease in Potato from three Governorates in Egypt. *Journal of Agricultural Chemistry and Biotechnology, 11(1)*, 29-37.
- Sola, F. S. (2019). El control biológico en tomate: ¿objetivo o utopía?. *Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal, (314)*, 115-119.
- Tanya Morocho, M., & Leiva-Mora, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola, 46(2)*, 93-103.
- Singh, N. (2021). *Ralstonia solanacearum*: an emerging threat as a mysterious plant pathogen. *Current Science, 120(1)*, 20
- Umrao, P.D., Kumar, V. & Kaistha, S.D. (2021). Biocontrol potential of bacteriophage  $\phi$ sp1 against bacterial wilt-causing *Ralstonia solanacearum* in Solanaceae crops. *Egypt J Biol Pest Control 31*, 61
- Vázquez, L.; Fernández E. (2007). Bases para el Manejo Agroecológico de Plagas en Sistemas Agrarios Urbanos. INISAV. 121p.
- Vázquez, L. L., Murguido, C., Navarro, A., & García, M. (2013). Results of a participative innovation and qualification process to the coffee berry borer agroecological management adoption in Cuba.

**Recibido: 28 de febrero del 2022**

**Aprobado: 16 de mayo del 2022**