

INCIDENCIA DEL TIZÓN TARDÍO (*PHYTOPHTHORA INFESTANS* (MONT.) DE BARY) DE LA PAPA (*SOLANUM TUBEROSUM* L.) EN LA PROVINCIA MAYABEQUE, CUBA

Incidence of late blight (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) of potato (*Solanum tuberosum* L.) in the Mayabeque province, Cuba

 Alejandro Fraga Curbelo¹, Juan Carlos Fiallo Arencibia¹, Mivian Hernández Pérez¹,
 Heyker L. Baños Díaz²,  Ileana Miranda Cabrera^{2*}

¹Empresa Agropecuaria de Melena. Finca Santa Rosa km 5 ½ carretera Melena -Güines. CP33300. Mayabeque, Cuba.

²Laboratorio de Plagas Agrícolas, Departamento de Sanidad Vegetal. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). Apartado 10. San José de las Lajas. CP 32700. Mayabeque. Cuba.

RESUMEN: Con el objetivo de determinar los periodos óptimos para el tizón tardío (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en la provincia Mayabeque, Cuba, se analizó la incidencia de la plaga, en correspondencia con la variabilidad climática, para el periodo 2006 - 2022. El análisis de informes de las campañas de frío evidenció que la calidad de las semillas, rotación de cultivo y preparación de suelo fueron factores determinantes para obtener mejor rendimiento agrícola. Métodos de la estadística multivariada como el análisis de componentes principales y discriminante canónico identificaron como periodos críticos para la papa el mes de enero y la primera quincena de febrero, correspondiéndose con humedad relativa máxima cercana a 100 % o precipitaciones acumuladas de 62,57± 24,63 mm. Se constató que, cuando la diferencia entre humedad relativa máxima y mínima es superior a 50 %, hay alta probabilidad de presencia de tizón tardío. Según proyección de escenarios climáticos futuros el 2030 y 2050 presentarán condiciones climáticas óptimas para el desarrollo del tizón tardío de la papa en Mayabeque, aun cuando la temperatura alcance valores superiores a los 22°C. Es imprescindible ejecutar acciones para la mitigación del riesgo, por lo que se recomienda fomentar investigaciones dirigidas al manejo agroecológico del cultivo y uso de cultivares resistentes, para disminuir la repercusión que tiene el uso de fungicidas en la economía y el ambiente.

Palabras Clave: Cambio climático, pronóstico, sanidad vegetal.

ABSTRACT: With the objective of determining optimal periods for potato late blight in the Mayabeque province, the incidence of the pest was analyzed in correspondence with climatic variability for the period 2006- 2022. The analysis of cold campaign reports showed that seed quality, crop rotation, and soil preparation are determining factors to obtain better crop yields. Multivariate statistical methods such as principal component analysis and canonical discriminant identified January and the first half of February as critical periods for potatoes, corresponding with maximum relative humidity close to 100 % or accumulated rainfall of 62.57± 24.63 mm. A high probability of the presence of late blight was observed when the difference between maximum and minimum relative humidity was greater than 50%. According to projections of future climate scenarios, 2030 and 2050 will present optimal climatic conditions for potato late blight development in Mayabeque, even at temperature values higher than 22°C. It is essential to take actions to mitigate the risk; therefore, it is recommended to promote research aimed at the agroecological management of the crop and the use of resistant cultivars to reduce the impact that the use of fungicides has on the economy and the environment.

Key Words: Climate change, forecast, plant health.

*Autor para correspondencia: ileanam@censa.edu.cu

Recibido: 11/09/2024

Aceptado: 20/11/2024

Declaración de conflicto de intereses: Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribución de los autores: Alejandro Fraga Curbelo: **Curación de datos. Investigación. Escritura.** Juan Carlos Fiallo Arencibia: **Curación de datos. Visualización.** Mivian Hernández Pérez: **Investigación.** Heyker L. Baños Díaz: **Metodología. Investigación. Análisis formal.** Ileana Miranda Cabrera: **Conceptualización. Adquisición de fondos. Metodología. Escritura. Supervisión.**



INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es considerada uno de los principales alimentos a nivel mundial por su aporte en proteínas de alto valor nutritivo, carbohidratos, vitamina C y minerales (1). Por ello, es imprescindible el manejo de las plagas que afectan el adecuado desarrollo del cultivo. Entre las plagas que ocasionan grandes pérdidas se encuentra el tizón tardío (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary), considerada la enfermedad más devastadora de la papa (*S. tuberosum*) a nivel mundial (2). Debido al cambio climático, esta enfermedad presenta ciclos más recurrentes y agresivos en varios países de América (3, 4).

En Cuba se realizaron diferentes estudios de pronóstico, con el propósito de adoptar medidas para mitigar los efectos de *P. infestans* en papa. Investigaciones relacionadas con la determinación de los parámetros meteorológicos óptimos para la existencia del tizón tardío en Villa Clara (3) y los estudios del posible impacto de eventos meteorológicos en la producción de papa en Güira de Melena (5), constituyen ejemplos de estos estudios.

Para fundamentar estos estudios, es necesario el levantamiento y análisis de la información precedente en la localidad que sea objeto de análisis. En la provincia Mayabeque, Cuba, se cuenta con informes de las denominadas “campañas de invierno”, época en que se produce la papa en el país; sin embargo, aún no se realizó un análisis de la incidencia *P. infestans* según la influencia de las variables meteorológicas. Este tipo de estudio permitirá ajustar los rangos de pronóstico de la plaga para emitir alertas a corto y mediano plazo.

Por consiguiente, el objetivo del presente trabajo fue determinar periodos de alerta a tizón tardío de la papa en la provincia Mayabeque, a partir de una evaluación de su incidencia en diferentes campañas de frío, en correspondencia con la variabilidad climática.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para analizar el comportamiento del tizón tardío en la provincia Mayabeque, se revisaron los informes de las campañas de frío de los años del 2006 al 2022, que contenían información de áreas afectadas en los municipios Melena del Sur, Güines y Nueva Paz. Se identificaron las problemáticas que se reiteraban en las diferentes campañas. Se elaboró una base de datos con el grado de incidencia de tizón tardío (ligero, medio y severo) y el clima asociado a esta incidencia, según valores de temperaturas, humedades relativas y precipitaciones.

Se evaluó la asociación de la incidencia de *P. infestans* con el clima mediante análisis de componentes principales y análisis discriminante canónico, que incluyó análisis de varianza, para el contraste de los valores de las variables meteorológicas según grupos de infección. Se empleó prueba de comparación de rangos múltiples de Duncan para un nivel de significación 0,05. Los análisis se realizaron con el paquete InfoStat versión 2020 (6).

Posteriormente, se realizó un pronóstico de la situación de la enfermedad en Mayabeque. Para ello, los datos de las variables meteorológicas fueron ofrecidos por el Instituto de Meteorología de Cuba según salidas del Modelo Climático Regional PRECIS - CARIBE (7, 8).

Se trabajó con los escenarios de trayectoria de concentración representativa (RCP, por sus siglas en inglés) RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 8.5 para la rejilla Mayabeque (82.14W-23.005N). Se obtuvo un comportamiento promedio de las variables meteorológicas y se analizó la posible situación del tizón tardío para los años 2030 y 2050.

El esquema de clima óptimo para presencia de tizón tardío, con diferentes grados de severidad, se informó en un taller de papa con fitosanitarios de la provincia Mayabeque y se recopilaron medidas para la mitigación de riesgo en contraposición con las problemáticas detectadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar los informes de las campañas de invierno y las respuestas obtenidas en entrevistas con los facilitadores de la información, se comprobó que las principales problemáticas del cultivo están dadas por la no realización de una adecuada preparación de cada campaña y la discusión, con los agricultores, de las principales dificultades de la campaña anterior.

Algunos productores señalaron que la semilla nacional no es de buena calidad. No obstante, investigaciones anteriores refirieron que existe una marcada relación genotipo-ambiente, donde algunos cultivares cubanos se desarrollan mejor en unos ambientes que en otros (2, 9), por ello es necesario identificar y difundir el uso de los cultivares de respuestas más estables en las condiciones ambientales de la provincia Mayabeque. También, es necesario continuar perfeccionando la producción de semilla botánica (10), hasta lograr una tecnología, sobre bases agroecológicas, que posibilite su utilización en la práctica productiva (11).

Existe un instructivo técnico para la producción de la papa en Cuba (1), que indica las prácticas a ejecutar para lograr el adecuado desarrollo del cultivo en las condiciones del país. No obstante, la preparación del suelo resulta inadecuada en algunas empresas, lo que conlleva a una disminución de los rendimientos agrícolas. Es importante divulgar, entre los productores y empresas destinadas al cultivo, que la preparación adecuada del suelo y los sistemas de rotación de cultivos influyen en las propiedades físico - mecánicas del mismo (12) y el manejo de arvenses asociadas a la papa (13).

Específicamente, vinculado a la aparición de *P. infestans* en Mayabeque, se detectaron problemáticas como no seguir el calendario de plantación, no realizar rotación de cultivos, problemas de riego y no recibir, sistemáticamente, las alertas tempranas, a partir de datos meteorológicos.

Al relacionar los datos de infección por tizón tardío en Mayabeque con los datos meteorológicos, se constató que la temperatura media se mantuvo favorable a la presencia de la enfermedad y que la infección ligera se asoció con valores de humedad relativa mínima (Hrmin) superiores a 40 %. El grado medio de infección se presentó cuando los valores de humedad relativa máxima (Hrmax) fueron cercanos al 100 %, aun cuando las temperaturas máximas (Tmax) eran altas. Mientras que, el grado severo de infección se asoció con mayor precipitación (Pp) (Fig. 1, Tabla 1).

Estos resultados coinciden con los informados por otros autores que señalaron que el hongo muestra mayor esporulación en una humedad relativa de 100 % (o un valor que se aproxime) y temperaturas medias comprendidas entre 16 y 22°C (3).

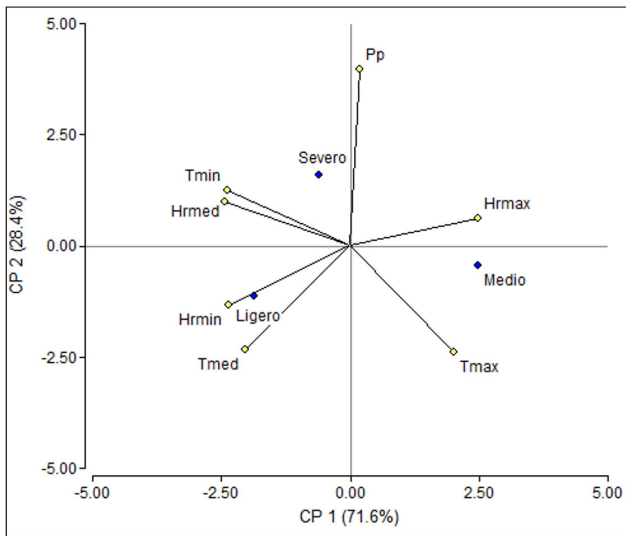


Figura 1. Asociación del grado de infección (ligero, medio y severo) de *P. infestans* con las variables meteorológicas en la provincia Mayabeque, Cuba, en los años del 2006 al 2022 / Association of the degree *P. infestans* infection with meteorological variables in Mayabeque, Cuba. Years 2006 to 2022

Tabla 1. Comportamiento promedio de las variables meteorológicas en el periodo 2006 - 2022 en la provincia Mayabeque, Cuba y su asociación con los grados de severidad de la enfermedad tizón tardío de la papa (*P. infestans*) / Average behavior of meteorological variables in Mayabeque province in the period 2006-2022 and their association with the severity degree of potato late blight (*P. infestans*)

Variables Meteorológicas	Grado de Infección por <i>P. infestans</i>		
	Ligero Media ± EE	Medio Media ± EE	Severo Media ± EE
Tmax	28,97 b ± 0,37	29,27 a ± 0,47	28,80 b ± 0,40
Tmin	12,08 a ± 1,56	9,78 b ± 1,23	12,17 a ± 1,33
Tmed	20,67 a ± 0,61	20,00 a ± 0,53	20,10 a ± 1,30
Hrmax	97,22 b ± 0,64	99,83 a ± 0,17	98,33 a ± 1,67
Hrmin	48,33 a ± 5,48	31,33 b ± 2,04	38,33 b ± 0,33
Hrmed	76,78 a ± 1,94	74,00 b ± 1,06	76,67 a ± 2,33
Pp	11,13 b ± 3,72	27,22 b ± 13,24	62,57 a ± 24,63

Medias con letras diferentes en una misma fila difieren significativamente ($p < 0,05$)

La humedad relativa mínima y máxima propiciaron los grados medio y severo de la enfermedad y difirieron, significativamente, de las que favorecen un grado de severidad ligero (Tabla 1, Fig. 2). Esto puede estar relacionado porque, probablemente, de la misma forma que la diferencia entre las temperaturas máxima y mínima influye en el desarrollo del cultivo (14), la diferencia que exista entre las humedades influye en el grado de severidad en que se presenta el tizón tardío en la planta. Se demostró que, cuando la amplitud entre humedad relativa máxima y mínima es mayor, existe alta probabilidad de infección severa por tizón tardío, aun cuando no existan diferencias significativas en la temperatura promedio con respecto a momentos donde la amplitud es menor.

Para 2030 y 2050, las condiciones climáticas más favorables para la aparición de la enfermedad tizón tardío de la papa (*P. infestans*) estarán dadas en la primera decena de enero. Para el 2050, además de los picos de enero, pueden presentarse ciclos recurrentes en la primera semana de

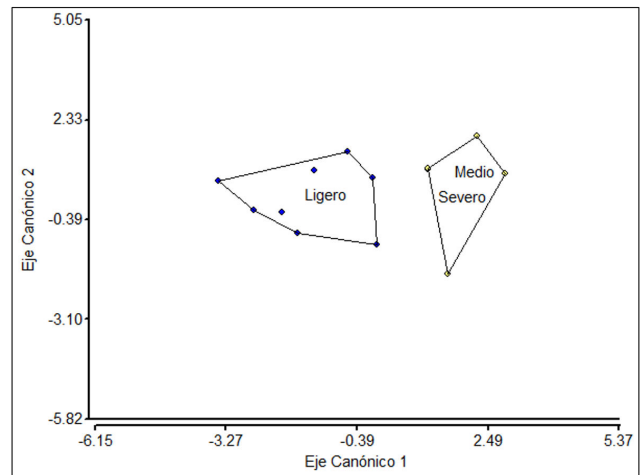


Figura 2. Agrupación de grado de severidad tizón tardío (*P. infestans*) de la papa (*S. tuberosum*) según la variabilidad climática periodo 2006-2022 en la provincia de Mayabeque, Cuba. / Grouping of late blight severity degree according to climate variability in Mayabeque, Cuba, in the period 2006-2022.

febrero, sobre todo para aquellos cultivos que se siembran en diciembre (Fig. 3). Esto es debido a que, en Mayabeque, la humedad relativa mínima regularmente se comporta por encima de 60 % y la temperatura media se mantiene entre 18 y 22°C. Algunos autores señalaron que estas condiciones, unidas a una humedad relativa media superior al 84 % son propicias para la aparición del tizón tardío, tal y como se pronosticó para Villa Clara (3). No obstante, además de estas condiciones, es importante señalar que humedad relativa máxima superior a 98 % es una condición alarmante, aún más si la diferencia con la humedad relativa mínima es superior a 50, independientemente de los valores de temperatura. Una investigación anterior refiere que la zona occidental de Cuba presentará condiciones climáticas favorables para el desarrollo de hongos con ciclos recurrentes y alto grado de severidad (15).

Para mitigar el efecto del cambio climático, los investigadores promueven algunas medidas como mantener el diagnóstico de plagas preferentemente por expertos, promoviendo el uso de sistemas computarizados para el diagnóstico (16), mantener el uso adecuado de fertilizantes orgánicos (17) e incrementar las áreas de producción agroecológica de papa (11).

Finalmente, se sugieren algunas acciones a tener en consideración para mitigar el efecto del cambio climático:

- Mejorar las actividades vinculadas a la preparación de suelo, de manera que se respete el espaciamiento entre labores, garantizando labores como subsolados y el uso del Tiller.
- Evitar la colindancia con otros cultivos e instaurar las barreras de sorgo (*Sorghum* spp.) y de maíz (*Zea mays* L.).
- Garantizar análisis agroquímicos de suelos para todos los sistemas de papa del territorio, con vistas a incrementar la efectividad de la fertilización orgánica.
- Implementar la biodiversidad en los realengos de las áreas cultivadas, a través de la plantación de árboles frutales y maderables, evitando siempre la siembra de fruta bomba (*Carica papaya* L.) y guayaba (*Psidium guajava* L.), por el gran número de plagas que comparten.

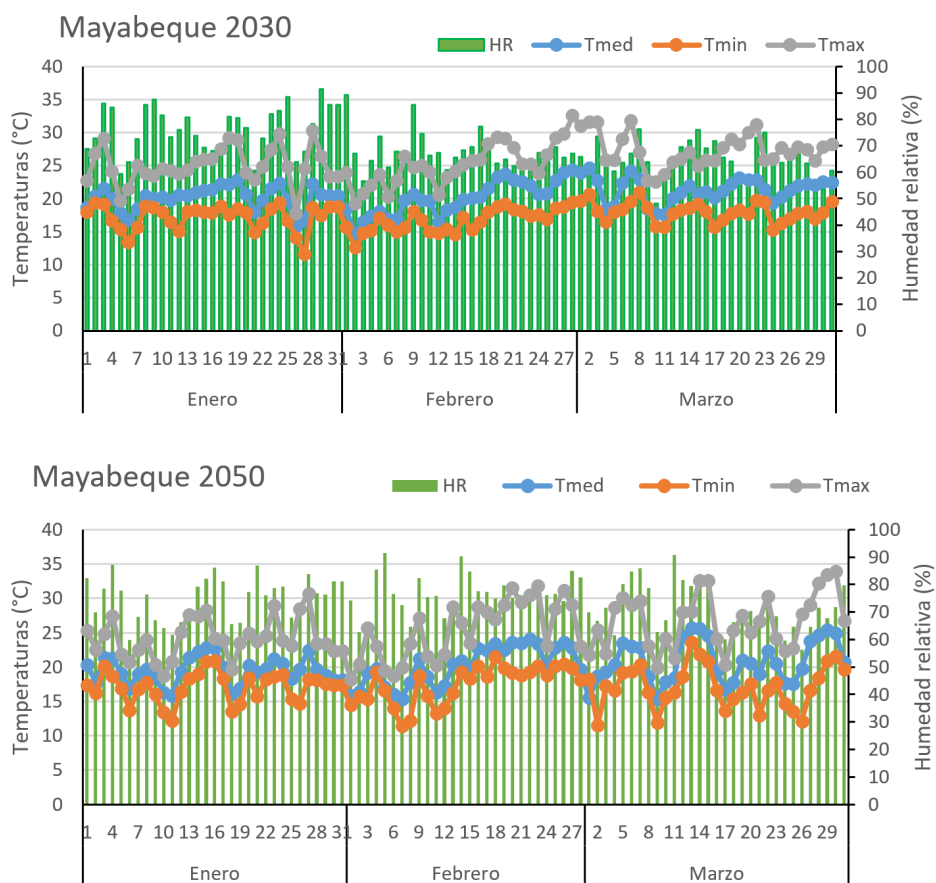


Figura 3. Pronóstico del clima para 2030 y 2050 en Mayabeque, Cuba, según escenarios climáticos RCP/ Climate forecast for 2030 and 2050 in Mayabeque according to RCP climate scenarios.

- Incrementar el nivel de aseguramiento para la maquinaria.
- Continuar trabajando en el perfeccionamiento del manejo integrado de plagas mediante el monitoreo sistemático de las áreas productivas, siguiendo siempre la estrategia fitosanitaria diseñada para cada campaña.
- Mejorar el manejo de la semilla de papa importada durante su arribo y estancia en las unidades productivas hasta su plantación, para evitar pudriciones futuras.
- Gestionar el fertilizante de manera que se disponga del mismo en el momento más oportuno durante la plantación.
- Garantizar mayor calidad en el riego del cultivo. Asegurar la rotación de cultivos en las áreas que se planten.

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 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.

REFERENCIAS

1. Ministerio de la Agricultura (MINAG). Instructivo Técnico para la producción en papa en Cuba. MINAG, La Habana, Cuba. 2019. 63 pp.
2. Folgueras ML, Molina O, Morales A. Respuesta de 60 cultivares de papa a la infección por *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. Rev. Agricultura Tropical. 2019; 5(2):31-38.
3. Saucedo OM, Osés R, Fernández LE. Determinación de parámetros meteorológicos óptimos para la incidencia del tizón tardío (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) en la papa. Centro Agrícola. 2020; 47(1):45-49.
4. Wilches W, Vargas R E, Espitia E M. Efectos del clima y su relación con el tizón tardío (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) en cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.). Siembra. 2022;9(2). <https://doi.org/10.29166/siembra.v9i2.4008>
5. Álvarez N, Báez O, Pérez E. Impacto del evento ENOS en la producción de papa (*Solanum tuberosum*) en Güira de Melena. Revista Cubana de Meteorología. 2023; 29(1), enero-marzo ISSN: 2664-0880. <https://cu-id.com/2377/v29n1e02>.
6. Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW. InfoStat versión 2020. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

7. PRECIS CARIBE. Proyectando el Cambio Climático en el Caribe con el Modelo Climático HADRMCM. 2023. Instituto de Meteorología. República de Cuba. Disponible en <http://precis.insmet.cu/html/Precis-Caribe.html>. (acceso 1-9-2024)
8. Charterlán Y D, Duarte C, Riverol L, Zamora E. Caracterización a futuro de las precipitaciones y evapotranspiraciones de referencia en diferentes zonas de Cuba. *Revista Ingeniería Agrícola*. 2022;12(4). <https://www.redalyc.org/journal/5862/586272874001/586272874001.pdf>
9. Márquez-Vasallo Y, Salomón J L, Acosta R. Análisis de la interacción genotipo ambiente en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.). *Cultivos Tropicales*. 2020; 41(1):1-14. <https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/1544/2792>
10. López-Ramos Y, Salomón J L. La reproducción de tubérculos de papa a partir de su semilla sexual. *Cultivos Tropicales*. 2022; 43 (1): 1-15. <https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/1649/3242>
11. Leyva A, López-Ramos Y, Salomón J L, Terry E. Producción agroecológica de papa (*Solanum tuberosum* L.) con semilla sexual y uso de alternativas nutricionales. *Cultivos Tropicales*. 2023; 44(3):1-4. <https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/1739/3592>
12. Vargas R E, Wilches W, Espitia E M. Efecto del establecimiento de sistemas de rotación para el cultivo de la papa sobre las características químicas y físicas del suelo. *Siembra*. 2022; 9(2). <https://doi.org/10.29166/siembra.v9i2.4023>
13. Martínez Campos P, Díaz A, Suárez C, Rodríguez I, Álvarez U. Manejo de arvenses asociadas al cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en la Empresa Agropecuaria “Valle del Yabú”. *Centro Agrícola*. 2020; 47 (Número Especial): 10-14 http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852020000500010&lng=es&tlng=es.
14. Rodríguez L, China A, Arias J L. Influencia de las variables climáticas en los procesos fisiológicos del desarrollo del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) y su relación con el rendimiento. *Monografías* 2019. Universidad de Matanzas, Cuba. ISBN: 978-959-16-4317-9. Disponible en: <http://monografias.umcc.cu/monos/2019/FCA/mo19248.pdf>. (acceso 1-9-2024)
15. Gómez G, Suárez M, Figueroa M, Castellanos L, Álvarez C, Pico V M. Pronóstico del tizón tardío (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) de la papa en Cuba. III Relación entre los frentes fríos, la ocurrencia de períodos favorables y la aparición de los primeros brotes de la enfermedad. *Fitosanidad*. 2003; 7(1): 43-49.
16. Pineda D, Miranda I, Alfonso R, Guerra L, Cuello S, Bianchini M. A mobile App for detecting potato crop diseases. *J. Imaging*. 2024; 10(47). <https://doi.org/10.3390/jimaging10020047>
17. Díaz J, Liriano R, Abreu E O. Evaluación agronómica de fertilizantes de fórmula completa mezclados con zeolita natural en el cultivo de la papa *Solanum tuberosum* L. *Centro Agrícola*. 2019; 46(1):24-30.