

Evaluación de *Phytophthora palmivora* (Butl) Butl a 20 genotipos de cacao

Evaluation of *Phytophthora palmivora* (Butl) to 20 cocoa genotypes

Osbel Miranda Barbier¹ (mirandabarbiero@gmail.com) (<https://orcid.org/0009-0001-0230-2032>)

María Esther González Vega² (mary041102@gmail.com) (<https://orcid.org/0000-0001-5841-8272>)

Igor Bidot Martínez³ (lbidot@cug.co.cu) (<https://orcid.org/0000-0002-1262-7674>)

Resumen

Este artículo tiene como objetivo determinar la respuesta frente a *Phytophthora palmivora* de 20 genotipos de cacao del Banco de Germoplasma del Instituto de Investigaciones Agroforestales (INAF) UCTB Baracoa, en el periodo comprendido entre enero y abril de 2021. Para ello se utilizó un diseño completamente aleatorizado con 10 repeticiones. Inicialmente se recolectaron en el campo mazorcas afectadas por la enfermedad, las cuales fueron trasladadas al laboratorio y se sembraron pequeñas porciones de ellas en placas de petri con medio de cultivo Agar V8, tradicionalmente usado para el crecimiento de este patógeno; a los 20 días después se preparó el inóculo y se infestaron 10 frutos sanos de cada accesión en condiciones de campo (adheridos a las plantas), a los cuales se le colocaron dos discos de papel de filtro, sumergidos en la suspensión de esporas previamente agitada, en lados opuestos al "ecuador" del fruto (arriba y abajo del centro del fruto), y se protegieron por un período de 10 días, dentro de una bolsa de nylon semitransparente, con un algodón humedecido en 50 ml de agua destilada. Los resultados cualitativos mostraron que el 45 % de los cultivares resultaron resistentes, el 5 % moderadamente resistente, el 20 % moderadamente susceptible y el 30% susceptible a *Phytophthora palmivora* (Butl) Butl. La severidad de la enfermedad fue muy alta, destruyéndose completamente los frutos inoculados del 91% de las accesiones susceptibles.

Palabras clave: *Phytophthora palmivora*, enfermedad, mazorcas, patógeno, esporas.

Abstract

The objective of this article is to determine the response to *Phytophthora palmivora* of 20 cocoa genotypes from the Germplasm Bank of the Instituto de Investigaciones Agroforestales (INAF) UCTB Baracoa, in the period from January to April 2021. A completely randomized design with 10 replications was used. Initially, cobs affected by

¹ Máster en Ciencias en Mejoramiento Genético de las Plantas. Docente-Investigador. Instituto de Investigaciones Agroforestales UCTB Baracoa. Cuba.

² Doctora en Ciencias Biológicas. Docente-Investigador. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), San José de las Lajas. Cuba.

³ Doctor en Ciencias Biológicas. Docente. Facultad Agroforestal. Universidad de Guantánamo. Cuba.

the disease were collected in the field, transferred to the laboratory and small portions of them were sown in petri dishes with Agar V8 culture medium, traditionally used for the growth of this pathogen; After 20 days, the inoculum was prepared and 10 healthy fruits of each accession were infested under field conditions (attached to the plants), to which two filter paper discs were placed, immersed in the previously shaken spore suspension, on opposite sides of the "equator" of the fruit (above and below the center of the fruit), and protected for a period of 10 days, inside a semitransparent nylon bag, with a cotton swab moistened in 50 ml of distilled water. Qualitative results showed that 45% of the cultivars were resistant, 5% moderately resistant, 20% moderately susceptible and 30% susceptible to *Phytophthora palmivora* (Butl) Butl. Disease severity was very high, completely destroying the inoculated fruits of 91% of the susceptible accessions.

Key words: *Phytophthora palmivora*, disease, cobs, pathogen, spores.

Introducción

Phytophthora palmivora como plaga de importancia para el cacao

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es originario de América Central (Lachenaud y Motamayor, 2017) y de Sudamérica (Valenzuela, 2007; Motamayor *et al.* 2002; Arevalo-Gardini *et al.* 2019), considerada una especie nativa de la amazonía peruana y cultivada originalmente por la tribu de los Matsiguengas (Bioversity, 2009), donde crece espontáneamente desde hace más de 6000 años, y de allí se derivó a otras zonas donde fue domesticada. Considerado uno de los productos agrícolas de mayor importancia en el mundo, debido a que se obtienen subproductos de gran valor nutritivo (Bekele *et al.*, 2019).

Martínez y Pérez (2015) refieren que las plantas de *Theobroma cacao* LIn. se desarrollan en ambientes húmedos y sombreados, condiciones extremadamente favorables para el desarrollo de plagas. Diferentes factores afectan su producción en todo el mundo, dentro de los factores bióticos, las enfermedades causadas por hongos y oomycetes constituyen las más importantes del cultivo. Ploetz (2007) plantea que las enfermedades más frecuentes que afectan a este cultivo son la escoba de bruja (causada por el hongo *Moniliophthora perniciosa* Stahel.); la moniliasis (causada por el hongo *Moniliophthora roreri* Cif & Par) y la pudrición negra del fruto producida por el oomycete *Phytophthora* spp.

En el ámbito mundial las plagas en el cultivo se reportan como las responsables en la merma del 60% de la producción. Entre las que más afectan las plantaciones se encuentra la pudrición negra de las mazorcas, ocasionada por especies del género *Phytophthora*, la principal causa de pérdidas de cosecha a nivel mundial, Se conocen cuatro especies principales que causan la enfermedad, las cuales varían, en su agresividad y el daño causado al fruto. De estas, *Phytophthora megakarya* Brasier y M.J. Griffin es la más agresiva, ya que puede disminuir la producción entre 60 y 100 % (Barrios, 2021).

Existe un complejo de agentes causales de plagas que afectan la producción de este rubro exportable, donde se debe destacar que *Phytophthora palmivora* (Butl) Butl es la que más daños ocasiona en Cuba y el Mundo, debido a que se encuentra presente en todas las plantaciones con mayor o menor índice de infestación (Alioscha *et al.*, 2014).

En Cuba, la pudrición negra del fruto es la enfermedad de mayor impacto, que afecta el rendimiento de *Theobroma cacao* L. Las mayores afectaciones ocurren cuando la enfermedad afecta la bellota provocando del 9 al 17% de las pérdidas de las cosechas (Matos *et al.*, 2016).

Algunos autores como Matos *et al.* (2016), han informado sobre la resistencia de una serie de individuos en condiciones de campo, basados en la metodología de Phillips y Galindo (1989), consistente en la inoculación de los frutos con esporas del microorganismo. Sin embargo, este estudio debe realizarse de una forma más minuciosa y certera, determinando cuales son los factores que favorecen la aparición y severidad de esta plaga, lo que contribuirá a proponer a los productores, clones con excelentes caracteres productivos y que sean capaces de tolerar los daños que provoca esta plaga. Para controlar la infección por *Phytophthora*, se aplican métodos encaminados a reducir la población del patógeno y evitar la diseminación de la enfermedad (Agrios, 2005). Actualmente se conoce que en el cacao la especie más implicada en las condiciones de Cuba es *Phytophthora palmivora* (Fernández *et al.*, 2018).

Por tal razón, la presente investigación se desarrolló con el objetivo de determinar el comportamiento frente a *Phytophthora palmivora* (Butl) Butl de 20 accesiones de cacao del banco de germoplasma de la Estación Experimental Agroforestal Baracoa, Cuba.

Metodología para el grado de afectación de *Phytophthora palmivora*

La presente investigación se llevó a cabo en el Instituto de Investigaciones Agroforestales, UCTB Baracoa, provincia Guantánamo, Cuba, en el periodo comprendido entre enero y abril de 2021. Para ello se utilizó la metodología propuesta por Phillips y Galindo (1989) que consistió en la preparación del inóculo a partir de frutos enfermos por *P. palmivora*. Luego se inocularon 10 frutos de cacao, de cinco meses de edad por cada accesión, con discos de papel de filtro de 1 cm de diámetro, sumergidos en la suspensión de esporas previamente agitada. Los discos se situaron en lados opuestos al "ecuador" del fruto (arriba y abajo del centro del fruto).

Las inoculaciones se realizaron en la tarde y no se practicaron en días lluviosos o muy soleados.

Los frutos permanecieron adheridos a la planta y fueron introducidos dentro de una bolsa plástica semitransparente de 20 x 30 cm, en su interior un algodón humedecido en 50 ml de agua destilada con el fin de crear una cámara húmeda para el desarrollo del microorganismo. A los 3 días se cortaron los extremos inferiores de las bolsas para eliminar el agua libre. Diez días después de la inoculación se determinó la severidad de

la enfermedad, considerado este tiempo como suficiente para valorar la afectación del fruto por el patógeno.

Para clasificar la resistencia a *Phytophthora palmivora* (Butl) Butl se empleó la siguiente escala:

Resistente: Severidad (DL) = 0 - 2 cm

Moderadamente resistente: Severidad (DL) = 2.1 - 4 cm

Moderadamente Susceptible: Severidad (DL)=4.1 - 6 cm

Susceptible: Severidad (DL)= > 6 cm

(DL) diámetro de la lesión

La severidad de la enfermedad se midió con una regla milimetrada, utilizando el diámetro de la lesión (DL) de mayor tamaño en cada fruto (media).

Se calculó por la fórmula:

$$\emptyset = (x + y) / 2$$

Donde:

\emptyset : Diámetro de la lesión

X: valor medido en el eje de la abscisa (en cm).

Y: valor medido en el eje de la ordenada (en cm).

Se empleó un diseño completamente aleatorizado con 10 repeticiones, que fueron los 10 frutos por accesiones, el análisis de los datos se realizó de forma cualitativa.

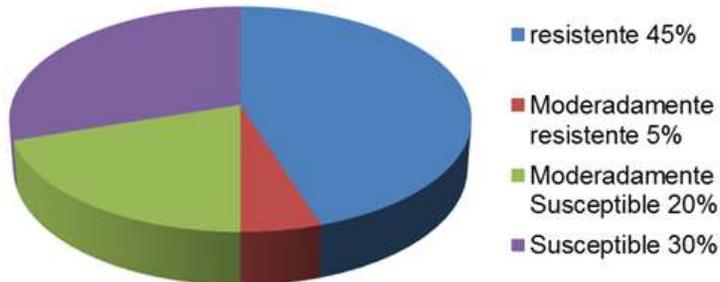
Resultados y discusión

Efecto de *Phytophthora palmivora* en las accesiones de cacao

La figura muestra el grado de resistencia a *Phytophthora palmivora*. El análisis de los resultados mostró que, de los 20 genotipos sometidos al test, 9 fueron resistentes (45%), 1 moderadamente resistentes (5%), 4 moderadamente susceptibles (20%) y las otras 6 (30%) susceptible a *Phytophthora palmivora*, en condiciones similares de inoculación (figura #1). Resultados similares fueron obtenidos por Efombagn et al (2011) al realizar comparaciones de métodos de inoculación para determinar la resistencia a *Phytophthora megakarya* en Camerún.

Figura # 1

Accesiones agrupadas de acuerdo al grado de resistencia



La tabla #1 muestra el comportamiento de cada una de los 20 genotipos de cacao sometidos al test de resistencia a *Phytophthora palmivora*. En cuanto a la severidad es válido destacar que en el 91 % de las accesiones susceptibles, los frutos fueron destruidos completamente por la enfermedad, en un período de 10 días.

Tabla #1

Reacción de individuos seleccionados de cacao inoculados con *Phytophthora palmivora* (Butl) Butl

No.	Accesiones	País Origen	Resistencia a <i>P. palmivora</i>	Severidad (cm)
1	EICB - 324	Cuba	Resistente	0,3
2	EICB - 325	Cuba	Resistente	0,47
3	EICB - 319	Cuba	Susceptible	8,06
4	EICB - 2	Cuba	Resistente	0,4
5	EICB - 4	Cuba	Resistente	0,5
6	EICB - 6	Cuba	Resistente	1,2
7	EICB - 12	Cuba	Susceptible	11,1
8	EICB - 20	Cuba	Resistente	0,2
9	EICB - 27	Cuba	Susceptible	7
10	EICB - 336	Cuba	Moderadamente Resistente	3,3
11	RIM - 2	México	Susceptible	11,6

12	EICB - 295	Cuba	Susceptible	12,1
13	CCN - 51	Ecuador	Susceptible	10,2
14	EEG - 27	Brasil	Moderadamente Susceptible	5,3
15	EICB - 261	Brasil	Moderadamente Susceptible	5,5
16	EICB - 260	Brasil	Moderadamente Susceptible	6,0
17	EICB - 136	Cuba	Resistente	0,9
18	EICB - 266	Brasil	Resistente	1,2
19	EICB - 217	Cuba	Moderadamente Susceptible	5,8
20	EICB - 214	Cuba	Resistente	1,3

Estos resultados demuestran la alta agresividad de este patógeno y a su vez se puede inferir que algunos individuos poseen características genéticas que le permiten resistir o tolerar el ataque de esta enfermedad. Matos y col (2013) plantean que para el caso del cacao es importante tener en cuenta este criterio para futuros trabajos de selección y mejoramiento genético, con el fin de brindar a los productores individuos resistentes.

Matos y col (2011) informaron que *Phytophthora palmivora* ataca fuertemente el cultivo del cacao en Cuba, al analizar a través de prueba de apareamiento, 90 cepas, aisladas de frutos enfermos, donde 88 de ellas resultaron ser de dicha especie.

Conclusiones

De los 20 genotipos estudiados, 9 resultaron ser resistentes (45%), 1 moderadamente resistentes (5 %), 4 moderadamente susceptibles (20%) y las otras 6 (30%) susceptibles a *Phytophthora palmivora* (Butl) Butl.

La severidad de la enfermedad fue muy alta, al destruir totalmente los frutos del 91% de las accesiones susceptibles.

Referencias bibliográficas

- Agrios, G. N. (2005). *Control of plant diseases. Plant Pathology* (5th Ed., 295-350). Elsevier Academic Press.
- Alioscha, J. A., Romero, T., López, P. A. y Ramírez, M. (2014). El cultivo del cacao, plagas, identificación de hongos, modelado y métodos de control. *Revista de divulgación técnica*, (58), 1- 8.
<https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/6614/>

- Arevalo-Gardini, E., Meinhardt, L. W., Zúñiga, L. C., Arevalo-Gardni, J., Motilal, L. y Zhang, D. (2019). Genetic identity and origin of “Piura Porcelana”—a fine-flavored traditional variety of cacao (*Theobroma cacao*) from the Peruvian Amazon. *Tree Genet Genomes* 15(1), 11. <https://www.ars.usda.gov/research/publications/publication/?seqNo115=334232>
- Barrios, G. L. (2021). *Evaluación de programas fitosanitarios en el control de mazorca negra (Phytophthora palmivora Butler) en el cultivo de cacao*. [Tesis de grado al Título de Ingeniero Agrónomo con énfasis en Gerencia Agrícola en el Grado Académico de Licenciado. Ayutla, San marcos]
- Bekele, F. L., Bidaisee, G. G., Singh, H. y Saravanakumar, D. (2019). Morphological characterisation and evaluation of cacao (*Theobroma cacao* L.) in Trinidad to facilitate utilisation of Trinitario cacao globally. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 67(3), 621-643. <https://www.cacaonet.org/research-compendium/search-the-database/detail-institution/profile?entry=185>
- Bioversity (2009). *Resumen del Proyecto Rescate del cacao Chuncho, un cacao peruano de alta calidad y buena competitividad*. Oficina Regional para las Américas. Cali, Colombia.
- Efombagn, M. I. B., Biyesse, D., Nyassé, S. y Eskes, A. B. (2011). Selection for resistance to *Phytophthora* pod rot of cocoa (*Theobroma cacao* L.) in Cameroon: Repeatability and reliability of screening tests and field observations. *Crop Protection*, 30, 105 – 110. https://www.academia.edu/94166908/Selection_for_resistance_to_Phytophthora_pod_rot_of_cocoa_Theobroma_cacao_L_in_Cameroon_Repeatability_and_reliability_of_screening_tests_and_field_observations
- Fernández Maura, Y., Lachenaud, P., Decock, C., Díaz Rodríguez, A. y Abreu Romero, N. (2018). Caracterización de *Phytophthora*, agente etiológico de la pudrición negra de la mazorca del cacao en Cuba y Guyana Francesa. *Revista Centro Agrícola*, 45(3), 17-26. <http://cagricola.uclv.edu.cu/index.php/es/volumen-45-2018/numero-3-2018/1063-caracterizacion-de-phytophthora-agente-etiolgico-de-la-pudricion-negra-de-la-mazorca-del-cacao-en-cuba-y-guyana-francesa>
- Lachenaud, P. y Motamayor, J. C. (2017). The Criollo cacao tree (*Theobroma cacao* L.): a review. *Genet Resour Crop Evol*, 64(8), 1807–1820. <https://orcid.org/10.1007/s10722-017-0563-8>
- Martínez, E. y Pérez, L. (2015). Incidencia de enfermedades fúngicas en plantaciones de cacao de las provincias orientales de Cuba. *Rev. Protección Vegetal*, 30(2), 87-96. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1010-27522015000200002

- Matos, Y., Clapé, P. y Nariño, A. (2016). Resistencia a *Phytophthora palmivora* de 48 accesiones de cacao del banco de germoplasma de la Estación Experimental Agro-forestal Baracoa, Cuba. *Café Cacao*, 15(2), 28 – 32. <https://cafecacao.edicionescervantes.com/index.php/cafecacao/search/search?q=cocoa%20Phytophthora%20pathogen%20disease%20production>
- Matos, Y., Peteira, B., Matos, G., Decock, C., Hubeaux, D., Lambertt, W., Bidot, I., Acebo, Y., Ochoa, P. y Clapé, P. (2011). Prueba de apareamiento en 90 aislamientos de *Phytophthora*, provenientes de frutos enfermos de cacao (*Theobroma cacao* Lin.) en el municipio de Baracoa, provincia Guantánamo, Cuba. *Revista de Protección Vegetal*, 26(3), 198 - 199. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522011000300011
- Matos, Y., Bidot, I., Decock, C. y Clapé, P. (2013). Resistencia a *Phytophthora palmivora* (Butl) Butl en 25 accesiones de cacao en Cuba. *Café Cacao*, 12(2), 35-38. <https://cafecacao.edicionescervantes.com/index.php/cafecacao/article/view/73>
- Motamayor, J. C., Risterucci, A. M., López, P. A, Ortiz, C. F., Moreno, A. (2002). Cacao domestication I: The origin of the cacao cultivated by the Mayas. *Heredity*, 89, 380-386. <https://doi.org/10.1038/sj.hdy.6800156>
- Phillips, W. y Galindo, J. (1989). Método de inoculación y Evaluación de la resistencia a *Phytophthora palmivora* en frutos de cacao (*Theobroma cacao*). *Turrialba*, 39(4), 488-496. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/10760>
- Ploetz, R. C. (2007). Cacao diseases: Important threats to chocolate production worldwide. *Phytopathology*, 97, 1634-1639. <https://doi.org/10.1094/PHTO-97-12-1634>
- Valenzuela, A. (2007). El chocolate un placer saludable. Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y Toxicología. Santiago, Chile. *Nutrición*, 34(003), 1-20. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-7518200700030000>

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Contribución de autores: Los autores participaron en la búsqueda y análisis de la información para el artículo, así como en su diseño y redacción.