



Etiología de la muerte regresiva por *Phytophthora palmivora* en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.)

Etiology of regressive dieback by *Phytophthora palmivora* in the crop of cocoa (*Theobroma cacao* L.)

René Aguilar-Ancocota*¹; Cinthia Carrasco-Espinoza; Arturo Morales-Pizarro; Fredy Yovera-Espinoza; Edgar Maldonado-Duque

¹ Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Piura, Campus Universitario s/n. Urb. Miraflores. Piura – Perú.

*Autor corresponsal: raancocota@hotmail.com (R. Aguilar-Ancocota).

ID ORCID de los autores

R. Aguilar-Ancocota  <https://orcid.org/0000-0002-3965-6096>

C. Carrasco-Espinoza  <https://orcid.org/0000-0001-7862-8728>

A. Morales-Pizarro  <https://orcid.org/0000-0003-3966-6689>

F. Yovera-Espinoza  <https://orcid.org/0000-0002-6084-5860>

E. Maldonado-Duque  <https://orcid.org/0000-0003-0030-3960>

RESUMEN

En Piura el cacao criollo blanco, tiene un gran reconocimiento en el mercado internacional por la calidad del producto. En zonas cacaoteras se viene presentando la muerte regresiva de plantas. Los objetivos del presente estudio fueron describir la sintomatología, identificar el agente causal de la muerte regresiva y determinar su rango de hospedantes. Se realizó descripción de los síntomas en raíces, tallo y parte aérea. El aislamiento del patógeno se obtuvo del suelo y raíces por el método de pétalos de clavel. La identificación se efectuó mediante observación de las características morfológicas del patógeno. Se realizó pruebas de patogenicidad inoculando suspensión de zoosporas a una concentración de 10^4 zoosporas/ml, dirigidas al cuello y raíces de plántulas de cacao blanco. Para el rango de hospedantes se emplearon frutos y plántulas de diferentes especies cultivadas en el país. En árboles frutales de cacao blanco de Piura se observó necrosis de ramas apicales, gomosis, pudrición de raíces y corona, y muerte de la planta. La caracterización morfológica y las pruebas de patogenicidad permitieron identificar el agente causal de la enfermedad como *Phytophthora palmivora*. Los frutos y plántulas inoculadas como: papa, sandía, papaya, berenjena, mango, naranja, piña, pimienta, tomate, manzana, algodón y ají se comportaron como susceptibles a *P. palmivora*.

Palabras clave: Cacao; *Theobroma cacao* L.; muerte regresiva; patogenicidad; *Phytophthora palmivora*, agente causal.

ABSTRACT

In Piura, white creole cocoa has great recognition in the international market for its good quality. In cocoa areas, plant die back has been occurring. The aims of the present study were to describe the symptomatology, identify the causal agent of dieback, and to determine its host range. Description of the symptoms in roots, stem and aerial part were made. The isolated of the pathogen was obtained from the soil and roots by the carnation petal method. Identification was carried by observing the morphometric characteristics of the pathogen. Pathogenicity tests were performed by inoculating zoospore suspension at a concentration of 10^4 zoospores/ml, directed at the neck and roots of white cocoa seedlings. For the host range, fruits and seedlings of different species cultivated in the country were used. Necrosis of apical branches, gummy, root and crown rot, and plant death were observed in Piura white cocoa fruit trees. The morphological characterization and pathogenicity tests allowed identify the causal agent of the disease as *Phytophthora palmivora*. The inoculated fruits and seedlings such as: potato, watermelon, papaya, eggplant, mango, orange, pineapple, pepper, tomato, apple, cotton and chili pepper behaved as susceptible to *P. palmivora*.

Keywords: cocoa; *Theobroma cacao* L.; regressive dieback; pathogenicity; *Phytophthora palmivora*; causal agent.

Recibido: 25-05-2020.
Aceptado: 27-07-2020.

INTRODUCCIÓN

Theobroma cacao L. es un fruto tropical con mayor demanda en el mercado de Estado Unidos y Europa, este último es el mayor importador de cacao en grano seco con un consumo per cápita anual de chocolate (cacao procesado) de 10 kilos/persona. Por otro lado, los principales mercados destino del cacao peruano son: Estados Unidos, Holanda, Alemania, Bélgica e Italia. Perú, es el segundo productor de cacao en el mundo y poseedor del 60 % de las variedades existentes, destinando el 90% del total de la producción a exportación; así mismo, para satisfacer esta demanda del mercado internacional, Perú se ha organizado a través la Asociación Peruana de Productores de Cacao APPCACHO (formada por pequeños productores del norte, centro y sur del Perú) (MINAGRI, 2018 y 2019). En la región de Piura (Perú) se cultiva cacao variedad criollo blanco, producto reconocido por su calidad y excelentes características organolépticas por los mercados internacionales (García, 2012). El cultivo de cacao se ha convertido en una alternativa económica para pequeños productores como consecuencia de la demanda externa, asimismo, se ha incrementado la actividad cacaotera como resultado del incremento de los precios y su cotización superior a otros cultivares de cacao existentes en el país, cabe añadir, que casi toda su producción de esta región se exporta a mercados internacionales exigentes (Swisscontact, 2012). En Piura, la producción de cacao se concentra principalmente en los valles del alto y medio Piura, ubicadas en las provincias de Morropón y Huancabamba, encontrando excelentes condiciones agroclimáticas para su desarrollo. No obstante, la muerte regresiva cuyo agente causal es *Phytophthora* spp. se viene presentando

en el cacao, en ataques severos ocasiona la pudrición de frutos y muerte de plantas. Según, Drenth y Guest (2013), Alsultan *et al.* (2019) y Fister *et al.* (2020), señalan que la pudrición parda por *P. palmivora* en Malasia, América Central y del Sur, África y Asia las pérdidas al año alcanzan 30 - 40%, que se traduce en aproximadamente 3.800 millones de dólares para los productores de todo el mundo (Bailey y Meinhardt, 2016).

La incidencia y severidad se acentúa en épocas de desarrollo de frutos, favorecido por la alta humedad relativa, lluvias continuas, que coincide con los reportes de Drenth y Guest (2013) y Ong, *et al.*, (2019) indican que *P. palmivora* es un hongo muy destructivo en los trópicos, es favorecido por altas temperaturas, precipitaciones continuas y alta humedad relativa. El patógeno ataca raíces, tallos, ramas y frutos de hospedantes susceptibles como el coco, cacao, papaya y caucho, y en todas las etapas de desarrollo de la planta (Widmer, 2014; Drenth y Guest, 2016).

En Piura, se ha identificado diferentes especies del género *Phytophthora*, afectando a diversos cultivos (palto, mango, limón, café, palma cocotero, entre otros), aún en el cultivo de cacao se desconoce la etiología, identificación a nivel de especie, las características microscópicas del agente causal, y por la importancia de la enfermedad se propuso realizar el presente trabajo de investigación, se plantearon como objetivos: describir la sintomatología, identificar el agente causal de la muerte regresiva a través de los postulados de Koch y determinar su rango de hospedantes y de esta manera establecer algunas estrategias y métodos de control armoniosos con el medio ambiente.

MATERIAL Y MÉTODOS

Localización

El presente estudio se realizó en parcelas cacaoteras pertenecientes a la Asociación de Pequeños Productores Agropecuarios - La Quemazón, ubicado en el distrito de San Juan de Bigote, provincia de Morropón, Departamento de Piura y en el Laboratorio de Fitopatología de la Universidad Nacional de Piura.

Descripción de sintomatología

Se realizó descripción detallada *in situ* de los síntomas de la enfermedad de muerte regresiva en plantas de cacao en raíces, tallo, corona y en la parte aérea.

Aislamiento del patógeno

Se colectaron muestras de suelo y raíces de cacao, procedentes de plantas con síntomas de muerte regresiva. Para el aislamiento del patógeno se empleó método de pétalos de clavel Ponchet *et al.* (1972), se preparó una solución de suelo en agua destilada estéril 10 gr/90 mL (p/v), se agitó por 5 min y se distribuyó 25 mL/placa de Petri, se colocó 6 a 7 pétalos de clavel (botón floral de color blanco), las

placas se incubaron a temperatura de ambiente a 25 °C por 4 días. Las muestras de raicillas se lavaron con agua a chorro continuo por 1 h. Posteriormente, se obtuvieron en condiciones de esterilidad segmentos de 0,3 a 10 mm de longitud, colocando 30 a 40 segmentos por placa Petri, se vertió 25 mL/placa de agua destilada estéril, y se colocaron pétalos de clavel al igual que en las muestras de suelo se incubaron a 25 °C por 4 días.

Características culturales e identificación del agente causal

Pétalos colonizados con el micelio del aislado, se picaron en placas con medio Papa Dextrosa Agar (PDA) y Corn Meal Agar (CMA) a 25 °C por 3 días. De cada aislado se prepararon cultivos monohifales mediante cortes del extremo de la colonia (hifas solitarias). Una vez desarrolladas las estructuras reproductivas de los aislados se hicieron observaciones morfológicas de las colonias y mediante observaciones a microscopio compuesto marca Kessel (40X) se identificaron a nivel de especie siguiendo las claves propuestas por Erwin y Ribeiro (1996).

Prueba de patogenicidad

Se realizó en plántulas con 4 hojas verdaderas y se procedió a inocular en la zona del cuello y raíz de la planta con una suspensión de zoosporas a una concentración de 10^4 zoosporas/mL., Hardham y Blackman (2010), indica que las zoosporas son las unidades infectivas que usa el patógeno para colonizar un tejido. Posteriormente, las plantas se mantuvieron bajo invernadero, creando las condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad (macetas conteniendo las plántulas se colocaron en bandejas de plástico conteniendo una lámina de agua destilada).

Rango de hospedantes

Se realizó en frutos desinfectados (NaOCl al 1%) como; sandía, manzana, mango, piña, naranja, papaya, papa, pimiento, berenjena y tomate. Se inoculó a los frutos colocando discos de 6 mm de diámetro de CMA colonizado con *Phytophthora* spp. en pequeños cortes en forma de V invertidas sobre el fruto, se incubó a 25 °C por 24 h. Para las plántulas, se realizó cuando tenía 4 hojas usando plántulas de arveja, tomate, frijol chileno, ají, limón, zandaya, melón y algodón. Se inoculó con el aislado empleando la misma metodología de patogenicidad, se realizaron riegos cada 48 h y la presencia de síntomas se realizó cada 24 h.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parte aérea, plantas afectadas con esta enfermedad presentaron; menor tamaño, amarillamiento de hojas, defoliaciones, decaimiento generalizado, necrosis de ramas apicales, muerte regresiva, hasta el colapso y muerte de la planta (Figura 1 a y b).



Figura 1. Sintomatología de la enfermedad de muerte regresiva en campo a) plantas de cacao con hojas amarillentas, defoliación y necrosis de ramas apicales b) colapso y muerte de plantas de cacao criollo blanco de 4 años de edad, en el Centro Poblado La Quemazón, Distrito de San de Bigote.

En ramas se observó manchas de aspecto húmedo, necrosis de tejido, cuarteaduras y descortezamiento, además se observó necrosis de frutos infectados adheridas a ramas de la campaña anterior, de menor tamaño, momificado y seco con coloración marrón oscura.

En raíces se observó pudrición de raicillas secundarias y terciarias, de coloración marrón oscura (Figura 2). Estas observaciones coinciden con las descritas por Wanda (1991) y Guest (2007), quienes reportan que *P. palmivora* es altamente dañino en áreas de pobre drenaje el pseudohongo ataca principalmente a pelos absorbentes, raíces laterales, extendiéndose hasta la raíz principal presentado un color marrón al sistema de raíces y ataca todas las partes del cacao árbol en todas las etapas del ciclo de crecimiento. Por tanto, la planta no puede absorber agua ni nutrientes, como síntomas secundarios las plantas son de menor tamaño, las hojas se vuelven amarillentas y se defolían.



Figura 2. Pudrición de raíces principales y secundarias del cultivo de cacao ocasionado por *Phytophthora palmivora*.

En tallo y corona se observó en la parte externa de tallo y corona manchas de aspecto húmedo, exudaciones de color marrón cuarteaduras y descortezamiento (Figura 3 a), se realizó raspados de corteza con machete observando tejido cortical necrótico, de coloración marrón clara a marrón oscura en la parte basal del tallo o corona, además, la pudrición en la zona de la corona abarcó todo el diámetro (Figura 3 b), como síntoma avanzado se observó en ramas secundarias y tallo principal cuarteaduras y descortezamientos. Los síntomas descritos coinciden con las descritas por McMahon y Purwantara (2004).

Otros investigadores Griffith y Shaw (1998), indican que *P. palmivora* puede atacar el tallo por debajo de la superficie del suelo o bien puede atacar primero la raíz principal y producir síntomas semejantes a sequía y marchitamiento general de los órganos aéreos de la planta antes de la presencia de chancros o cualquier tipo de lesión directa por arriba de la superficie del suelo. Según McMahon y Purwantara (2004), las estructuras reproductivas asexuales del patógeno que se encuentran en la planta infectada pueden ser diseminadas a través de las herramientas de trabajo a frutos en formación, ramas y nuevas plantas.



Figura 3. a) Exudaciones en el cuello de planta de cacao b) pudrición del tejido cortical en la corona de coloración de marrón claro y oscura.

En frutos, la enfermedad manifiesta una pudrición de color marrón chocolate que con el tiempo se necrosa, estos síntomas se inician en la parte basal del fruto avanzando rápidamente hacia el ápice de la mazorca. No obstante, este síntoma puede iniciar desde el ápice hacia la base, la descripción de estos síntomas coincide por los descritos por McMahon y Purwantara (2004). En el presente trabajo de investigación, se observó en campo la presencia de gotas de lluvia en la parte apical del fruto por más de 48 horas, creando condiciones muy favorables para el inicio y desarrollo de la enfermedad. La acumulación de gotas de agua en frutos se da por precipitaciones que se presenta en los meses de diciembre a abril favorecidas por la densa copa de los árboles (15 años de edad). Según, Galindo (1986) y Agrios (1995) indican que los esporangios y las zoosporas de *Phytophthora* spp. pueden alcanzar con mucha facilidad los tejidos de la parte aérea a través de las gotas del agua de lluvia. En mazorcas no maduras la lesión avanza hacia su interior a la misma velocidad que progresa la lesión externa y los frutos pueden verse afectados completamente en un periodo de dos semanas. *P. palmivora* puede causar pudriciones en mazorcas inmaduras o en formación, la pulpa y las semillas donde la mazorca finalmente se ennegrece y se pudre (Galindo, 1986; McMahon y Purwantara, 2004).

Características culturales e identificación de *Phytophthora palmivora*

De pétalos de clavel colonizados con el patógeno (Figura 4 a), se aisló el pseudohongo *P. palmivora* cultivadas en medio PDA y CMA. Las colonias de los aislados presentaron un color blanco con un crecimiento redondeado con bordes irregulares y sumergidos, las hifas fueron cenocíticas y torulosas de aspecto algodonosa en el centro de la colonia, a los 4 días de incubación la colonia alcanzó desarrollar 25 mm de diámetro (Figura 4 b), estas características coinciden con las descritas por Eden *et al.* (2000), reporta que el micelio del pseudohongo *P. palmivora* es cenocítico y toruloso, la colonia puede ser marcadamente radiado o ligeramente estrellado, presentándose los bordes

redondeados o sinuosos y sumergidos en los medios de cultivo.

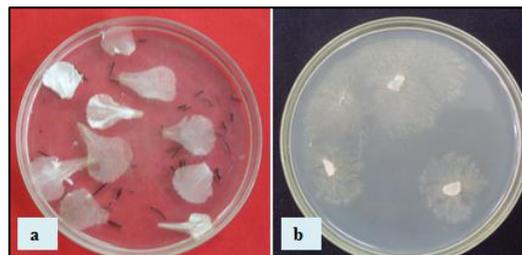


Figura 4. a) Pétalos de clavel colonizados con micelio del pseudohongo en la superficie y en los bordes b) desarrollo micelial de color blanco grisáceo del hongo *Phytophthora palmivora* en medio de cultivo PDA.

Características microscópicas de *Phytophthora palmivora*

Los aislamientos presentaron formación de esporangios de forma periforme a elipsoide cuyo tamaño promedio fue (43,5 x 33 μm , L/A=1,32), algunos esporangios fueron de forma alargada, todos ellos tenían papilas muy pronunciadas (Figura 5). Los esporangióforos tuvieron un crecimiento simpodial en trechos, el que dio origen a esporangios caducos con pedicelos muy cortos que miden 5 μm . Se observó la formación de clamidosporas intercalares de forma ovoide a redondeado en medio de cultivo PDA, cuyo tamaño promedio fue de 30 μm , con doble pared y no se observó la formación de Oosporas, estas características morfométricas observadas coinciden para *Phytophthora palmivora* según la clave propuesta por Erwin y Ribeiro (1996).



Figura 5. Esporangios del hongo *Phytophthora palmivora* de forma elipsoide, con presencia de pedicelo corto y papila.

Ensayo de patogenicidad

10 días después de la inoculación (ddi) se observó los primeros síntomas de la enfermedad; decaimiento generalizado, flacidez de la yema apical, marchitez y colapso de las plántulas de cacao; como síntoma principal se observó pudrición de raicillas y cuello. 14 ddi se observó mortandad de plántulas (Figura 6). Por otro lado, el testigo (plántulas no inoculadas) no mostraron ningún síntoma de enfermedad hasta los 30 ddi.



Figura 6. Prueba de patogenicidad, en imagen izquierdo se observa plántula de cacao sano (testigo), margen derecho plántulas con síntomas de pudrición en raíces, tallo, marchitez y muerte de la plántula con inoculación de *Phytophthora palmivora*.

En frutos, 4 ddi se observó pudrición de consistencia blanda de diferente coloración en tomate, papaya, manzana, naranja, piña, mango, berenjena, pimiento, sandía y papa. Estos resultados coinciden con la investigación realizada por Tsao (1970) menciona, frutos infectados por *Phytophthora spp.*, produce pudriciones blandas, pardas, circulares y firmes, con olor aromático característico. En frutos de mango, sandía y en tubérculos de papa se observó esporulación y desarrollo micelial de color gris de aspecto algodonoso sobre la superficie del tejido infectado. Según, Hammerschmidt (1999), reporta que, en condiciones de alta humedad atmosférica, el hongo esporula en la superficie de las manchas formando un moho blanquecino que puede observarse a simple vista. Tsao (1970) reporta las especies de *Phytophthora*, causan la pudrición parda de los frutos, son las mismas que producen gomosis y podredumbre de las raíces en los cítricos. Sin embargo, *P. citrophthora* es la especie más frecuente asociada a esta enfermedad, lo cual puede explicarse debido a que esta especie produce mayor número de esporangios en el fruto infectado que *P. parasitica*.

En plántulas, 7 a 10 ddi se observó plántulas de arveja, tomate, frijol chileno, ají paprika, zarandaja,

melón y algodón de menor tamaño, epinastia de las hojas basales, marchitez, pudrición de raíces, lesiones hundidas a nivel del cuello y a los 12 ddi ocasionó colapso y muerte del hospedante (Figura 7 A y B). Mora y Morales (1980) reportan que, la enfermedad producida por *Phytophthora spp.* en sus estados iniciales, se manifiesta una pudrición seca de color café oscuro en el ápice de las raíces. En estados avanzados se observa ausencia de raíces secundarias y una pudrición ascendente del pivote central de la raíz, que pierde su consistencia, sufriendo además desintegración de los tejidos; su coloración normalmente es café oscuro y presenta olor desagradable. Valenzuela (1985) reporta la pudrición de raíces por *P. cinnamomi* provoca un declinamiento progresivo de las plántulas, en el cual se observan hojas más pequeñas de lo normal, usualmente de color verde pálido o amarillentas a menudo se marchitan y mueren, además reporta que el pseudohongo ataca a raíces alimenticias observándose pudrición, ennegrecidas, quebradizas y finalmente la planta sufre colapso y muerte.



Figura 7. Síntomas producidos por *Phytophthora palmivora* a) en algodónero, plántula con pudrición de raíces y base del tallo b) en ají paprika, lesión hundida en el cuello, marchitez y colapso.

En los trópicos, *P. palmivora* infecta a otras especies de plantas, como: cítricos (*Citrus sp.*), Durian (*Durio zibethines*), jaca (*Artrocarpus heterophyllus*), caucho (*Hevea brasiliensis*) y varias especies de palmeras. incluyendo coco (*Cocos nucifera*) y la palma africana de aceite (*Elaeis guineensis*). (Torres et al., 2016; Ávila-Méndez et al., 2018).

CONCLUSIONES

La sintomatología de muerte regresiva fue diversa, visualizándose pudrición de raíces, exudaciones en la base del tallo, tejido cortical necrótico, cuarteaduras y descortezamientos. En la parte aérea se observó amarillamiento de hojas, defoliaciones, necrosis de ramas apicales, muerte regresiva, como síntoma avanzado se observó muerte de árboles. La prueba patogenicidad a través de los postulados de Koch, permitió identificar que el agente causal de la muerte regresiva en cacao blanco de Piura fue el

pseudohongo *Phytophthora palmivora* que, al inocularse en frutos de tomate, papaya, manzana, naranja, piña, mango, berenjena, pimiento, sandía, papa y plántulas de arveja, tomate, frijol chileno, ají paprika, zarandaja, melón y algodón estos se mostraron ser susceptibles concluyendo que *P. palmivora* tiene un amplio rango de hospedantes. En el futuro, realizar caracterización del agente causal con métodos moleculares y nivel de campo implementar un plan de manejo integrado de la enfermedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Agrios, G.N. 1995. Fitopatología. Traducida de la tercera edición en inglés por Manuel Guzmán Ortiz. Editorial Limusa, S.A. de C. V. México. 837 pp.
- Alsultan, W.; Vadamalai, G.; Khairulmazmi, A.; *et al.* 2019. Isolation, identification and characterization of endophytic bacteria antagonistic to *Phytophthora palmivora* causing black pod of cocoa in Malaysia. *Eur J Plant Pathol* 155: 1077-1091.
- Ávila-Méndez, K.; Pico, G.; Ávila, R.; *et al.* 2018. Identificación de estructuras de infección de *Phytophthora palmivora* en hojas de clones de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Palmas*, 39(1): 120-130.
- Bailey, B.A.; Meinhardt, L.W. 2016. Cocoa diseases: A history of old enemies and new encounters. 633 pp.
- Drenth, A.; Guest, D.I. 2013. *Phytophthora palmivora* in tropical tree crops. In: Lamour, K. (Ed.) *Phytophthora: A Global Perspective*, Wallingford, Oxfordshire, UK: CABI. 187-196.
- Drenth, A.; Guest, D.I. 2016. Fungal and oomycete diseases of tropical tree fruit crops. *Annual Review of Phytopathology* 54: 373-395.
- Eden, M.A.; Hill, R.A.; Galpothage, M. 2000. An efficient baiting assay for quantification of *Phytophthora cinnamomi* in soil. *Plant Pathology* 49: 515-522.
- Erwin, D.C.; Ribeiro, O.K. 1996. *Phytophthora diseases worldwide*. St Paul, Minnesota, USA: APS Press. 561 pp.
- Fister, A.S., Leandro-Muñoz, M.E., Zhang, D.; *et al.* 2020. Widely distributed variation in tolerance *Phytophthora palmivora* in four genetic groups of cocoa. *Tree Genetics & Genomes* 16(1): 1-9.
- Galindo, J.J. 1986. Efecto de poda sanitaria y prácticas culturales sobre el combate de mazorca negra y moniliasis del cacao. In seminario taller de fitopatología. Memorias del taller de fitopatología. Panamá, AID IROCAP. 58-66.
- García, C.L. 2012. Catálogo de cultivares del Perú. Lima: Ministerio de Agricultura/Devida. 107 pp.
- Guest, D. 2007. Black pod: Diverse pathogens with a global impact on cocoa yield. *Phytopathology* 97: 1650-1653.
- Griffith, G.H.; Shaw, D.S. 1998. Polymorphism in *Phytophthora infestans*: Four Mitochondrial haplotypes are detected after PCR Amplification of DNA from pure cultures or from Host lesions. *Applied and Environmental Microbiology* 64(10): 4007-4014.
- Hammerschmidt, R. 1999. Phytoalexins: What have we learned after 60 years. *Ann. Rev. Phytopathol* 37: 285-306.
- Hardham, A.R.; Blackman, L.M. 2010. Molecular cytology of *Phytophthora*-plant interactions. *Australasian Plant Pathology*. 39(1): 29.
- McMahon, P.; Purwantara, A. 2004. Major crops affected by *Phytophthora*. En André Drenth y David Guest. *Diversity and Management of Phytophthora in Southeast Asia*. ACIAR Monograph 114: 104-105.
- Mora, D.; Morales, F. 1980. Etiología de la pudrición radical de la papaya en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 4(2): 191-193.
- MINAGRI – Ministerio de Agricultura y Riego. 2018. Análisis de la cadena productiva del cacao. Con enfoque en los pequeños productores de limitado acceso al mercado. 85 pp.
- MINAGRI – Ministerio de Agricultura y Riego. 2019. *Commodities cacao*. Dirección General de Políticas Agrarias. Lima, Perú. 10 pp.
- Ong, S.N.; Leong, S.S.; Kwan, Y.M. 2019. Characterization and evaluation of fungicides for control of *Phytophthora palmivora* on cocoa (*Theobroma cacao*). *Trans. Malaysian Soc. Plant Physiol.* 26: 231 - 236.
- Ponchet, J.; Ricci, P.; Andreoli, C.; *et al.* 1972. Methods selectives disolement du *Phytophthora nicotianae* (Dastur) Waterh. A partir du soil. *Ann. Phytopathol.*, 4: 97 - 108.
- Swisscontact, 2012. Manual del cultivo de cacao blanco de Piura. Proyecto Norte Emprendedor. Fundación Suiza para la Cooperación del Desarrollo Técnico. Disponible en: <http://infocafes.com/portal/wpcontent/uploads/2016>.
- Tsao, P.H. 1970. Selective media for isolation of pathogenesis fungi. *Ann. Rev. Phytopathology* 8: 157-186.
- Torres, G.A.; Sarria, G.A.; Martínez, G.; *et al.* 2016. Bud rot caused by *Phytophthora palmivora*: A destructive emerging disease of oil palm. *Phytopathology* 106: 320-329.
- Valenzuela, J.G.; Téliz, D.; García, R.; *et al.*, 1985. Manejo integrado de la tristeza (*Phytophthora cinnamomi*) del aguacatero en Atlixco, Puebla. *Ann. Rev. Mex. Fitopatología* 3: 18-30.
- Wanda, I. A. 1991. Especialista en Fitopatología a/c Clínica de planta. Article. Enfermedades más comunes de la papaya. 2 - 3.
- Widmer, T.L. 2014. *Phytophthora palmivora*. *Forest Phytophthoras* 4(1): 3557.