

Incidencia de “cherelle wilt” y enfermedades fungosas en mazorcas de cacao ‘CCN-51’ en Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador

Incidence of “cherelle wilt” and fungal diseases in cacao pods “CCN-51” in Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador

Vicente Anzules Toala^{1, 2}, Elvis Pazmiño Bonilla^{1, 2}, Leonel Alvarado-Huamán^{2*}, Ricardo Borjas-Ventura², Noemí Julca-Vera², Viviana Castro-Cepero², Alberto Julca-Otiniano²

RESUMEN

La presencia de “cherelle wilt” y enfermedades de la mazorca en cacao son el principal factor limitante de la producción en este cultivo. Este trabajo se realizó con el objetivo de evaluar la incidencia de “cherelle wilt” y enfermedades fungosas en mazorcas de cacao CCN-51 en Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. En las localidades de Puerto Limón y Luz de América se seleccionaron dos parcelas comerciales de cacao CCN-51 (plantadas a 3,5 x 3,5 m = 816 pl/ha), de cinco años de edad. En cada parcela se marcaron 25 plantas al azar y se registró la incidencia de “cherelle wilt”, “moniliasis” y “pudrición parda”, al momento de la cosecha y todo el año. Con los datos de incidencia se hizo un análisis de regresión simple, con cada una de las variables climáticas mensuales. El “cherelle wilt” tuvo la mayor incidencia, con valores prácticamente similares en las dos localidades y más altos que para “moniliasis” y “pudrición parda”. Estas dos últimas tuvieron sus mayores incidencias en Luz de América, donde la “moniliasis” fue tres veces mayor que en Puerto Limón. El análisis de regresión lineal simple no mostró una relación clara entre la incidencia de los daños en mazorca con las variables climáticas y en la mayoría de los casos, los índices de correlación no fueron estadísticamente significativos. Pero la temperatura máxima estuvo correlacionada de manera positiva y significativa con la “moniliasis” y la “pudrición parda” en Luz de América.

Palabras clave: *Phytophthora*, *Moniliophthora*, *Cherelle*, marchitez, enfermedades.

ABSTRACT

The presence of “Cherelle wilt” and pod diseases in cacao are the main limiting factor of production in this crop. This study was done with the objective of evaluating the incidence of “Cherelle wilt” and fungal diseases in cocoa pods ‘CCN-51’ in Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. In the towns of Puerto Limon and Luz de America, two commercial cacao plots ‘CCN-51’ (planted at 3.5 x 3.5 m = 816 pl/ha), five years old, were selected. In each plot, 25 plants were randomly marked and the incidence of “Cherelle wilt”, “Frosty pod rot” and “Black pod rot” was recorded at harvest time and throughout the year. With the incidence data, a Simple Regression Analysis was made, with each of the monthly climatic variables. The “Cherelle wilt” had the highest incidence, with practically similar values in the two localities and higher than for “Frosty pod rot” and “Black pod rot”. These last two had their greatest incidence in Luz de América, the “Frosty pod rot”, it was three times greater than in Puerto Limon. Simple linear regression analysis did not show a clear relationship between the incidence of pod damage with climatic variables and in most cases, the correlation indices were not statistically significant. However, the maximum temperature was positively and significantly correlated with “Frosty pod rot” and “Black pod rot” in Luz de America.

Keywords: *Phytophthora*, *Moniliophthora*, *Cherelle*, *wilt*, *diseases*

Introducción

Según la Organización Internacional del Cacao (ICCO), el año 2017, Ecuador fue el primer productor de cacao de América Latina y el cuarto a nivel mundial, después de Costa de Marfil, Ghana e Indonesia. A pesar de su importancia social y económica en Ecuador, el rendimiento nacional es relativamente

bajo (250 t/ha), como consecuencia de los diversos problemas que tiene el cultivo. Uno de estos son los hongos fitopatógenos que afectan directamente a la mazorca, entre los cuales se pueden mencionar *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora* spp. *M. roreri* causa la enfermedad conocida como “moniliasis” y puede ocasionar pérdidas hasta del 90% de la producción (Bailey *et al.*, 2017), lo que lo convierte

¹ Universidad de las Fuerzas Armadas. Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador.

² Grupo de Investigación en Agricultura y Desarrollo Sustentable en el Trópico Peruano. Facultad de Agronomía. Departamento de Fitotecnia. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

* Autor para correspondencia: lealvarado@lamolina.edu.pe

en una de las principales amenazas para la producción de cacao en el mundo. La “pudrición parda” o “mazorca negra” es otra enfermedad que limita la productividad del cacao (ICCO, 2015; Ali *et al.*, 2017) y es causada por diversas especies del género *Phytophthora*, como *P. palmivora*, *P. megakarya*, *P. capsici* y *P. citrophthora*. Según Bailey *et al.* (2016), la más extendida y la que más daño ocasiona es *P. palmivora*. Las pérdidas por esta enfermedad se estiman en un 30% (Acebo-Guerrero *et al.*, 2012), pero Martínez y Pérez (2015) han reportado una incidencia del 60% en cacaotales con un bajo manejo agronómico. Las mazorcas infectadas por este hongo presentan manchas color chocolate que pueden estar localizadas en los extremos o en el centro del fruto (ICA, 2012). Un tercer problema, y que genera gran preocupación entre los productores de cacao, es la muerte prematura de las mazorcas conocida comúnmente como “*cherelle wilt*”. Las causas de este problema son aún desconocidas, aunque algunos investigadores lo asocian con el estado nutricional de la planta (Bradnan, 2015).

A pesar de conocerse los daños a las mazorcas en el cacao ecuatoriano, son pocos los estudios en los que se ha cuantificado su incidencia en los diferentes genotipos comerciales, especialmente en el CCN-51, variedad que ocupa el 50% del área cultivada y que representa el 80% de la producción exportable de este país. Esto es muy importante, porque si no se conoce la magnitud de las pérdidas que eventualmente puede ocasionar una enfermedad, no se está en condiciones de decidir los montos que se invertirán en su control (Julca-Otiniano *et al.*, 2019). El cálculo o estimación de los daños es un requisito esencial para implementar cualquier programa de protección vegetal sobre bases racionales y económicas, y esto es independiente de las estrategias que se aplicarán posteriormente (Julca-Otiniano *et al.*, 2013). Para Julca-Otiniano *et al.* (2019), es necesario calcular los daños que ocasionan los fitopatógenos, ya sea para estimar la intensidad de dichos daños o para conocer la respuesta a las diferentes medidas de control. Por ello, este trabajo tuvo como objetivo evaluar la incidencia de “*cherelle wilt*” y enfermedades fungosas en mazorcas del cacao CCN-51 en Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador.

Materiales y métodos

Este trabajo de investigación se realizó en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas,

Ecuador. Para ello, se seleccionaron dos parcelas comerciales de cacao CCN-51 de cinco años de edad, con una distancia de 30 km entre ambas y con un marco de plantación de 3,5 x 3,5 (816 pl/ha).

La primera parcela estuvo ubicada en la localidad de Puerto Limón (0° 20' 0" S, 79° 15' 0" W), a una altitud de 325 msnm, con una precipitación anual de 3081,5 mm y una temperatura promedio de 25,6 °C. El suelo es franco arenoso, con un pH de 5,7 y un contenido de fósforo disponible de 14 mg/kg. El nivel de potasio fue 0,10 cmol₍₊₎ kg⁻¹, 9 cmol₍₊₎ kg⁻¹ de Ca y 0,80 cmol₍₊₎ kg⁻¹ de magnesio. El azufre (S) registró un contenido de 4 mg/kg; Zn un tenor de 2,6 mg/kg; Cu: 7,3 mg/kg; Fe: 147 mg/kg; Mn: 4,3 mg/kg y B: 0,24 mg/kg.

La segunda parcela se instaló en la localidad de Luz de América (0° 26' 28" S, 79° 19' 23" W), a una altitud de 272 msnm, con una precipitación anual de 2800 mm y una temperatura promedio de 23 °C. El suelo es franco arenoso, con un pH de 5,5 y un contenido de fósforo disponible de 14 mg/kg. El nivel de potasio fue 0,22 cmol₍₊₎ kg⁻¹, 6 cmol₍₊₎ kg⁻¹ de Ca y 0,70 cmol₍₊₎ kg⁻¹ de magnesio. El azufre (S) registró un contenido de 4 mg/kg; Zn un tenor de 2,5 mg/kg; Cu: 7,2 mg/kg; Fe: 141 mg/kg; Mn: 5,4 mg/kg y B: 0,46 mg/kg.

En cada parcela experimental se marcaron 25 plantas al azar y se registró la incidencia de “*cherelle wilt*”, “*moniliasis*” y “*pudrición parda*”, al momento de la cosecha y durante los 12 meses del año. Para calcular la incidencia se usó la siguiente fórmula:

$$\text{Incidencia} = \left(\frac{\text{N}^\circ \text{ de mazorcas dañadas}}{\text{N}^\circ \text{ total de mazorcas}} \right) \times 100$$

Durante el periodo de estudio también se registraron datos de precipitación, humedad relativa, radiación solar y temperatura en la Estación Puerto Ila del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, ubicada a 25 km de la primera parcela y a 5 km de la segunda. Con los datos promedios mensuales de incidencia de cada una de las enfermedades, se hizo un análisis de regresión simple, con cada una de las variables climáticas registradas mensualmente.

Resultados y discusión

La producción de cacao es muy importante en países tropicales como el Ecuador, pero persisten

problemas sanitarios que limitan el aumento de la productividad y por tanto causan un daño a la economía de los pequeños productores cacaoteros (Anzules *et al.*, 2019). De los tres problemas detectados en las mazorcas de cacao CCN-51, el “cherelle wilt” fue el de mayor incidencia, con valores prácticamente similares para las dos localidades estudiadas (21%) y más altos que los reportados para “moniliasis” y “pudrición parda”. Estas dos últimas tuvieron sus mayores incidencias en Luz de América. En esta localidad, la incidencia de la mMoniliasis” fue tres veces mayor que en Puerto Limón (Figura 1). La presencia de la “moniliasis” y la “pudrición parda” ya ha sido reportada en la provincia ecuatoriana de Santo Domingo de los Tsáchilas (Ecuador). Según Anzules *et al.* (2018), para el 49,4% de los productores de esa zona, la “moniliasis” es la enfermedad más importante, seguida de la “mazorca negra” (3,7%) y la “escoba de brujas” (1,2%). Pero el 43,2% de los productores reporta el ataque de más de una enfermedad y estas pueden afectar hasta al 50% de la producción de mazorcas (Sánchez-Mora *et al.*, 2015; Ortiz-García *et al.*, 2015). Los resultados muestran al “cherelle wilt” con un 21% de incidencia como la principal causa de pérdidas de mazorca en las dos localidades de estudio. Este es un fenómeno poco conocido que afecta a aproximadamente el 60% de los frutos jóvenes del cacao (Cheesman, 1927, citado por Bradnan, 2015).

Como se ha señalado anteriormente, el “cherelle wilt” es la muerte prematura de los frutos y puede ocurrir hasta unos 50 días después de la polinización. El origen de este desorden fisiológico es poco conocido. Se considera que es una falla en la embriogénesis, se asocia con

deficiencias nutricionales (Bradnan, 2015) y también con un incremento de los niveles de los intermediarios del ciclo del ácido tricarbóxico y una disminución de los metabolitos principales (Melnick *et al.*, 2013). En Puerto Limón, esta fisiopatía mostró un comportamiento irregular a lo largo del tiempo. La menor incidencia se registró en el mes de septiembre (7%) y la más alta en diciembre (46%). En Luz de América también presentó un comportamiento irregular a lo largo del tiempo. La menor incidencia se registró en el mes de agosto (10%) y la más alta en noviembre (34%), como se muestra en la Figura 2.

El análisis de regresión lineal simple evidenció que en la localidad de Luz de América, el “cherelle wilt” tuvo una relación negativa con todas las variables climáticas correlacionadas, pero en ningún caso el índice de correlación (r) presentó valores estadísticamente significativos. En Puerto Limón, esta fisiopatía tuvo una relación mayormente positiva con las variables climáticas correlacionadas, con excepción de la radiación solar, pero en ningún caso el índice de correlación (r) registró valores estadísticamente significativos (Tabla 1).

La “moniliasis” es considerada una de las enfermedades más devastadoras del cacao y su presencia ha sido reportada en muchos países de América Latina (Correa *et al.*, 2014). En Puerto Limón mostró un comportamiento irregular a lo largo del tiempo. La menor incidencia se registró en septiembre (2%) y la más alta en los meses de junio y diciembre (22%). En Luz de América la enfermedad tuvo un comportamiento relativamente regular en los primeros y últimos meses del año, con incidencias relativamente bajas. Pero entre los meses de mayo y septiembre la incidencia aumentó y alcanzó su mayor valor en julio que fue de 25% (Figura 2). La “moniliasis” en la localidad de Luz de América tuvo una relación mayormente positiva con las variables climáticas correlacionadas, con excepción de la radiación solar. Pero solamente con la temperatura máxima el índice de correlación ($r = 0,644^*$) presentó un valor estadísticamente significativo. En Puerto Limón, la relación de la “moniliasis” con las variables climáticas correlacionadas fue indistintamente positiva o negativa, pero en ningún caso el índice de correlación fue estadísticamente significativo (Tabla 1).

Como ya se ha señalado, la “pudrición parda” causa pérdidas hasta en un 30% (Acebo-Guerrero *et al.*, 2012) e incluso del 60% en cacaotales con un

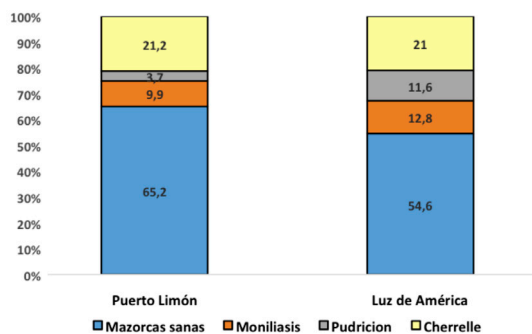


Figura 1. Incidencia (%) de “cherelle wilt”, “moniliasis” y “pudrición parda” en mazorcas de cacao CCN-51 en dos localidades de Santo Domingo de los Tsáchilas (Ecuador).

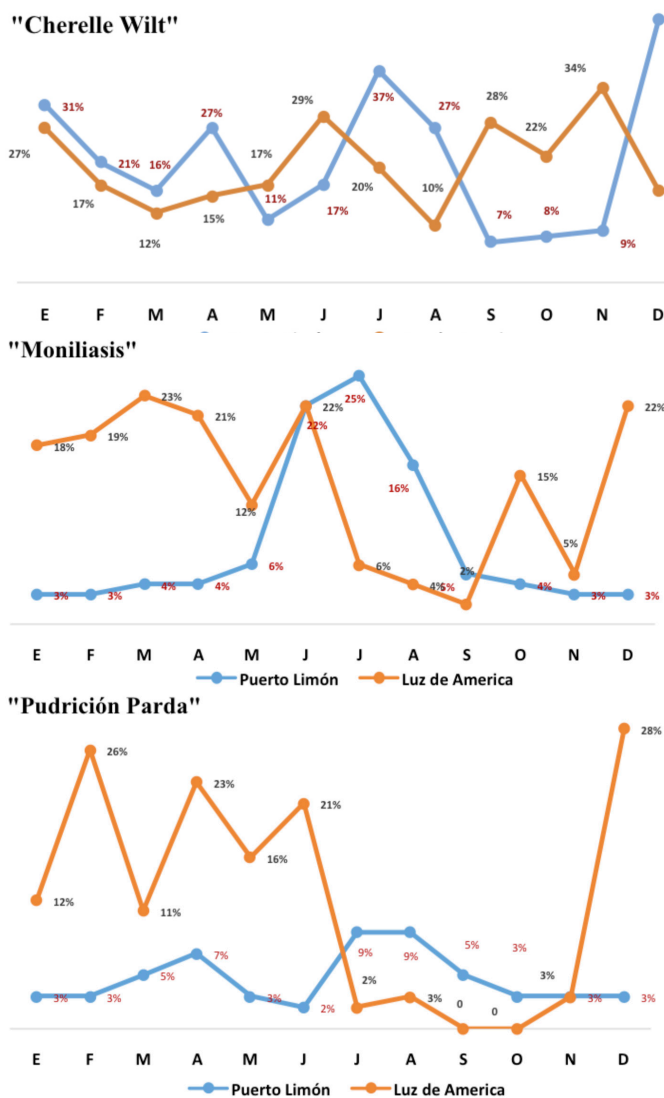


Figura 2. Incidencia (%) a lo largo del tiempo de “cherelle wilt”, “moniliasis” y “pudrición parda” en mazorcas de cacao CCN-51 y en dos localidades de Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador.

Tabla 1. Correlación entre las enfermedades de la mazorca en CCN-51 y las variables climáticas en dos localidades de Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador.

	Precipitación (mm)	Humedad Relativa (%)	Radiación Solar (horas)	T máxima (°C)	T mínima (°C)
Cherelle-LA (%)	-0,234	-0,076	-0,383	-0,406	-0,326
Cherelle-PL (%)	0,149	0,091	-0,285	0,148	0,324
Moniliasis-LA(%)	0,555	0,237	-0,143	0,644*	0,452
Moniliasis-PL (%)	-0,400	0,000	0,142	-0,346	-0,153
Pudrición-LA (%)	0,342	0,045	-0,005	0,710*	0,551
Pudrición-PL (%)	0,423	0,361	-0,159	0,352	0,434

Luz de América: LA.
Puerto Limón: PL.

bajo manejo agronómico (Martínez y Pérez, 2015). En este trabajo, la “podrición parda” en Puerto Limón mostró un comportamiento irregular durante todo el periodo de estudio. La menor incidencia se registró en el mes de junio (2%) y la más alta en julio y agosto (9%). En Luz de América, el comportamiento fue bastante irregular a lo largo del tiempo. En los meses de septiembre y octubre no se reportó la enfermedad y la mayor incidencia se observó en el mes de diciembre y fue de 28% (Figura 2). La “podrición parda” en la localidad de Luz de América tuvo una relación mayormente positiva con las variables climáticas correlacionadas, con excepción de la radiación solar. Pero solamente con la temperatura máxima el índice de correlación ($r = 0,710^*$) mostró un valor estadísticamente significativo. En Puerto Limón, la relación de la “podrición parda” con las variables climáticas correlacionadas también fue mayormente positiva, pero en ningún caso el índice de correlación fue estadísticamente significativo (Tabla 1).

En general, el análisis de regresión lineal simple no mostró una relación clara entre la incidencia de las enfermedades fungosas de la mazorca y las variables climáticas (Tabla 1). Además, en la mayoría de los casos, los índices de correlación no fueron estadísticamente significativos. Esta relación poco clara podría explicarse por la diversidad genética del patógeno causante de la enfermedad. Por ejemplo, *Moniliophthora roreri* tiene cinco grupos genéticos diferentes y en el Ecuador se ha reportado la presencia de tres grupos patogénicos (Phillips-Mora *et al.*, 2007), mientras que la “podrición parda” está asociada con varias especies de *Phytophthora*, cada una con un rango de temperatura óptima distinta. En América Latina, las especies más importantes son *P. capsici*, *P. nicotiana var. parasitica* y *P. citrophthora* (Jaimes y Aranzazu, 2010). El rango de temperatura máxima registrada durante este estudio estuvo entre 24,8 y 26,7 °C, un rango bastante cercano al señalado como óptimo para *P. citrophthora* que es de 24-28 °C y prácticamente similar al de 24-26 °C, reportado para *Phytophthora megakarya* (Jaimes y Aranzazu, 2010), aunque la presencia de esta última especie es exclusiva del este y centro de África (Stamps, 1988). Quizá por ello, la temperatura máxima explica en Luz de América el 41,5% y el 50,5%, de la incidencia de la “moniliasis” y la “podrición parda”, respectivamente.

El análisis de regresión lineal simple tampoco mostró una relación clara entre la incidencia del

“cherelle wilt” y las variables climáticas (Tabla 1). Pero se sabe que la producción de frutos con “cherelle wilt” depende del estado de desarrollo del fruto y hay dos momentos en que ocurre este fenómeno. El primero se da en la etapa de división celular del fruto, aproximadamente 50 días después de la polinización, y el segundo en la etapa de alargamiento celular, unos 25 días después del anterior (Martijn ten Hoopen *et al.*, 2012). Su relación con las variables climáticas es más difícil de explicar, porque estaría asociado a varios factores ambientales que pueden tener un efecto general en la fisiología de la planta y de manera particular en algunos procesos fisiológicos determinados, originando cambios anatómicos y fisiológicos que impiden el normal desarrollo del fruto. Diversos autores, citados por Bridgemohan y Mohammed (2019), señalan que durante este fenómeno ocurren cambios anatómicos, como la hinchazón de la mazorca, el agrandamiento de los vasos y la lignificación del pericarpio medio. También se han sugerido cambios fisiológicos. Por ejemplo, la ausencia de hormonas en el endospermo de las semillas provoca una disminución en la absorción de agua y minerales, lo que induce al marchitamiento del fruto. Un menor contenido de sustancias similares a citoquininas, en las mazorcas marchitas, también lo explicaría y las auxinas que se acumulan en algunos tejidos pueden ser responsables del llenado incompleto y la partenocarpia de los frutos. La “marchitez” también se asocia con niveles altos de intermediarios del ciclo del ácido tricarbóxico y la regulación de los niveles de ácido abscísico y citoquininas. También existe una relación inversa entre el índice de “marchitez” y los compuestos de crecimiento endógenos en el cacao, con más actividad del polifenol oxidasa en el pericarpio interno y externo de las mazorcas. Se considera que hasta el 75% de los “cherelles” se pierden por un “raleo natural” en la planta, probablemente por un bajo nivel de asimilados, por una severa competencia y una distribución ineficaz de los fotoasimilados en la planta.

La mayor incidencia de “cherelle wilt” en el cultivar CCN-51 (Figura 3) sugiere la necesidad de tomar medidas que disminuyan las pérdidas de mazorcas por esta fisiopatía. Bridgemohan and Mohammed (2019) señalan que se puede reducir mejorando la salud de los árboles de cacao mediante la aplicación de fertilizantes, uso de coberturas y el



Figura 3. “Cherelle wilt” en frutos de cacao CCN-51 en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador.

control de las quemaduras solares. La aplicación de ácido indol butírico y ácido giberélico también podría ayudar a disminuir la incidencia y se recomienda una adecuada densidad de plantación para evitar la competencia por los nutrientes, agua y luz, entre las plantas de cacao. Anzules *et al.* (2019), en un trabajo realizado en el Ecuador, encontraron que en los tratamientos donde se hicieron podas sanitarias y luego se aplicaron fungicidas químicos o biológicos, la incidencia del “cherelle wilt” disminuyó. Contrariamente a lo esperado, cuando se realizaron podas sanitarias y solamente labores culturales, la incidencia de esta anomalía aumentó.

Conclusiones

De los tres problemas encontrados en las mazorcas de cacao CCN-51 en la provincia de

Santo Domingo de los Tsáchilas, en Ecuador, el “cherelle wilt” fue el de mayor incidencia, con valores prácticamente similares en las dos localidades estudiadas y más altos que los reportados para “moniliasis” y “pudrición parda”. Estas dos últimas tuvieron sus mayores incidencias en Luz de América. En esta localidad, la incidencia de la “moniliasis” fue tres veces mayor que en Puerto Limón. El análisis de regresión lineal simple no mostró una relación clara entre la incidencia de los tres problemas de la mazorca con las variables climáticas y en la mayoría de los casos, los índices de correlación no fueron estadísticamente significativos. Pero la temperatura máxima estuvo correlacionada de manera significativa con la “moniliasis” ($r = 0,644^*$) y la “pudrición parda” ($r = 0,710^*$) en la localidad de Luz de América.

Literatura citada

- Acebo-Guerrero, Y.; Hernández-Rodríguez, A.; Heydrich-Pérez, M.; El Jaziri, M.; Hernández-Lauzardo, A.
2012. Management of black pod rot in cacao (*Theobroma cacao* L.): A review. *Fruits*, 67: 41-48.
- Ali, S.S.; Shao, D.; Lary, D.J.; Strem, M.D.; Meinhardt, L.W.; Bailey, B.A.
2017. *Phytophthora megakarya* and *P. palmivora*, causal agents of black pod rot, induce similar plant defense late during infection of susceptible cacao pods. *Frontiers in Plant Science*, 8: 1-18.
- Anzules, V.; Borjas, R.; Castro-Cepero, V.; Julca-Otiniano, A.
2018. Caracterización y tipificación de fincas productoras *Theobroma cacao* L. en Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. *Revista Bosques Latitud Cero*, 8(2): 39-50.
- Anzules, V.; Borjas, R.; Alvarado, L.; Castro-Cepero, V.; Julca-Otiniano, A.
2019. Control cultural, biológico y químico de *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora* spp. en *Theobroma cacao* ‘CCN-51’. *Scientia Agropecuaria*, 10(4): 511-520.
- Bridgemohan, P.; Mohammed, M.
2019. The ecophysiology of abiotic and biotic stress on the pollination and fertilization of cacao (*Theobroma cacao* L.; formerly Sterculiaceae family). In: De Olivera, A. (ed.), *Abiotic and Biotic Stress in Plants*, University of Florida, USA. 19 p.
- Bailey, B.A.; Evans, H.C.; Phillips-Mora, W.; Ali, S.S.; Meinhardt, L.W.
2017. *Moniliophthora roreri*, causal agent of cacao frosty pod rot. *Molecular Plant Pathology*, 19(7): 1580-1594.

- Bailey, B.A.; Ali, S.S.; Akrofi, A.Y.; Meinhardt, L.W.
2016. *Phytophthora megakarya*, a causal agent of black pod rot in Africa. In: A. Bailey, B. Lyndel & W. Meinhardt (eds), Cacao Diseases: A History of Old Enemies and New Encounters. Chapter 8. Springer International Publishing. Beltsville, MD. USA. pp. 267-303.
- Bradnan, D.
2015. Cherelle Wilt in *Theobroma cacao*. Thesis Master of Science, University of Louisiana at Lafayette. USA. 49 p.
- Correa, J.; Castro, S.; Coy, J.
2014. Estado de la moniliasis del cacao causada por *Moniliophthora roreri* en Colombia. *Acta Agronómica*, 63(4): 388-399. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).
2012. Manejo fitosanitario del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), medidas para la temporada invernal. Instituto Colombiano Agropecuario. Disponible en <https://www.ica.gov.co/getattachment/c01fa43b-cf48-497a-aa7f-51e6da3f7e96/>- Consultado: 5/may/2019.
- International Cocoa Organization (ICCO).
2015. Pests & Diseases. International Cocoa Organization, Abidjan, Cote d'Ivoire. Available at <https://www.icco.org/about-cocoa/pest-a-diseases.html> Consultado: 5/may/2019.
- Julca-Otiniano, A.; Echevarría, C.; Ladera, Y.; Borjas, R.; Cruz, R.; Bello, S. y Crespo, R.
2013. Una revisión sobre la roya del café (*Hemileia vastatrix*) algunas experiencias y recomendaciones para el Perú. Lima. IRD Selva - UNALM. FDA. 41 p.
- Julca-Vera, N.; Borjas-Ventura, R.; Alvarado-Huamán, L.; Julca-Otiniano, A.; Bello-Amez, S. y Castro-Cepero, V.
2019. Relación entre la incidencia y la severidad de la roya del café (*Hemileia vastatrix*) en San Ramón, Chanchamayo, Perú. *Journal Of Science And Research*, 4(4): 9.
- Jaimes, Y.; Arazanzu, F.
2010. Manejo de las enfermedades del cacao (*Theobroma cacao* L.) en Colombia, con énfasis en monilia (*Moniliophthora roreri*). CORPOICA. Colombia. 90 p.
- Martínez, E.; Pérez, L.
2015. Incidencia de enfermedades fúngicas en plantaciones de cacao de las provincias orientales de Cuba. *Revista Protección Vegetal*, 30(2): 87-96.
- Melnick, R.; Strem, M.; Crozier, J.; Sicher, R.; Bailey, B.
2013. Molecular and metabolic changes of cherelle wilt of cacao and its effect on *Moniliophthora roreri*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 84: 153-162.
- Martijn ten Hoopen, G.; Deberdt, P.; Mbenoun, M.; Cilas, C.
2012. Modelling cacao pod growth: implications for disease control. *Ann Appl Biol*, 160: 260-272.
- Ortiz-García, C.F.; Torres-de-la-Cruz, M.; Hernández-Mateo, S.
2015. Comparación de dos sistemas de manejo del cultivo del cacao en presencia de *Moniliophthora roreri*, en México. *Rev. Fitotec. Mex.*, 38(2): 191-196.
- Phillips-Mora, W.; Aimes, M.; Wilkinson, M.
2007. Biodiversity and biogeography of the Cacao (*Theobroma cacao*) pathogen *Moniliophthora roreri* in tropical America. *Plant Pathology*, 56: 911-922.
- Sánchez-Mora, F.; Medina-Jara, M.; Díaz-Coronel, G.; Ramos-Remache, R.; Vera-Chang, J.; Vásquez-Morán, V.; Troya-Mera, F.; Garcés-Fiallos, F.; Onofre-Nodari, R. 2015. Potencial sanitario y productivo de 12 clones de cacao en Ecuador. *Rev. Fitotec. Mex.*, 38(3): 265-274.
- Stamps J.
1998. *Phytophthora palmivora*. Description of pathogenic Fungi and Bacteria. CMI, Kew, Surrey, UK. N° 831.

