



## Control cultural, biológico y químico de *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora* spp en *Theobroma cacao* 'CCN-51'

### Cultural, biological and chemical control of *Moniliophthora roreri* and *Phytophthora* spp IN *Theobroma cacao* 'CCN-51'

Vicente Anzules Toala<sup>1,2</sup>; Ricardo Borjas Ventura<sup>3</sup> ; Leonel Alvarado Huamán<sup>3</sup> ; Viviana Castro-Cepero<sup>4</sup> ; Alberto Julca-Otiniano<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup> Programa de Doctorado en Agricultura Sustentable. Universidad Nacional Agraria La Molina. Av. La Molina s/n., La Molina, Lima, Perú.

<sup>2</sup> Universidad de las Fuerzas Armadas. Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador.

<sup>3</sup> Departamento Académico de Fitotecnia. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria La Molina. Av. La Molina s/n. La Molina. Lima. Perú.

<sup>4</sup> Departamento Académico de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Av. La Molina s/n. La Molina. Lima. Perú.

Received May 26, 2019. Accepted November 17, 2019.

#### Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar diferentes métodos de control de enfermedades de la mazorca de *Theobroma cacao* 'CCN-51' en Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. Los tratamientos fueron una mezcla de dos pesticidas químicos (Clorotalonil y Pyraclostrobin) y uno biológico (*Bacillus subtilis*) con y sin fertilizante. En total se evaluaron 16 tratamientos con 3 repeticiones, instalados en una plantación comercial de cacao 'CCN-51' y bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA). Los resultados mostraron que el uso de fungicidas (químicos y biológicos), disminuyó la incidencia de la "moniliasis" (*Moniliophthora roreri*), "mancha parda" (*Phytophthora* spp.) y "cherelle wilt"; pero la aplicación de fertilizantes no aumentó la efectividad de estos productos. El tratamiento solo con labores culturales, no disminuyó la incidencia final de la "moniliasis", tampoco de la "pudrición parda"; en cambio aumentó la incidencia final del "cherelle wilt". El número de mazorcas y el rendimiento no estuvieron directamente relacionados y el mayor rendimiento de cacao fermentado y seco, correspondió al T2 [Labores Culturales + Clorotalonil (1 kg.ha<sup>-1</sup>) (c/15 días) + Pyraclostrobin (0,5 kg ha<sup>-1</sup>) (c/90 días) + Fertilizante (0,4 kg.ha<sup>-1</sup>) + Abono (2 kg/planta)], que también tuvo el mayor ingreso neto/ha.

**Palabras clave:** *Bacillus subtilis*; cherelle wilt; manejo integrado.

#### Abstract

The objective of this study was to evaluate different control methods of fruits diseases of *Theobroma cacao* 'CCN-51' in Santo Domingo de Los Tsáchilas, Ecuador. The treatments were a mixture of two chemical pesticides (Chlorothalonil and Pyraclostrobin) and a biological one (*Bacillus subtilis*) with and without fertilizers. In total there were 16 treatments with 3 repetitions, installed in a CCN-51 commercial cocoa farms and under a Randomized Complete Block Design (RCBD). The results showed that the use of fungicides (chemical and biological), decreased the incidence of "moniliasis" (*Moniliophthora roreri*), "brown spot" (*Phytophthora* spp.) and "cherelle wilt"; but the application of fertilizers did not increase the effectiveness of these products. The treatment only agricultural labors did not decrease the final incidence of "moniliasis", nor of the "brown rot"; instead, the final incidence of "cherelle wilt" increased. The number of cocoa fruits and yield were not directly related and the highest yield of dry cocoa beans corresponded to T2 [Agricultural labors + Clorotalonil (1 kg ha<sup>-1</sup>) (c/15 days) + Pyraclostrobin (0.5 kg.ha<sup>-1</sup>) (c/90 days) + Fertilizers (0.4 kg.ha<sup>-1</sup>) + organic fertilizer (2 kg/planta)], which also had the highest net income/ha.

**Keywords:** *Bacillus subtilis*; cherelle wilt; integrated management.

#### 1. Introducción

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es un culti-

vo importante en el mundo, especialmente en países tropicales. Esta especie se desa-

#### How to cite this article:

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.

\* Corresponding author

E-mail: [ajo@lamolina.edu.pe](mailto:ajo@lamolina.edu.pe) (A. Julca-Otiniano).

© 2019 All rights reserved

DOI: 10.17268/sci.agropecu.2019.04.08

rolla en diferentes agroecosistemas bajo sombra, mayormente de árboles frutales (Anzules et al., 2018). De forma general, el cacao que se comercializa es de dos tipos: común u ordinario (Forastero) y el cacao fino y de aroma (Criollo y Trinitario). El primero de ellos tiene una participación en el mercado mundial del 80-85%, mientras que el segundo solo tiene el 15-20%, y es utilizado principalmente en la producción de chocolate gourmet (González, 2011). Entre los principales países exportadores de cacao fino y de aroma se encuentran: Ecuador, México, Perú y Colombia (MINAGRI, 2017).

En los países productores, el cacao es una fuente importante de renta de las pequeñas familias cacaoteras, y una gran fuente de empleo; por ejemplo, en Ecuador, el cacao se produce principalmente en las provincias de El Oro, Guayas, Los Ríos, Manabí, Esmeraldas y Santo Domingo de los Tsáchilas (INEC, 2016). Asimismo, su cultivo involucra a 600 mil familias que representa el 4,3% de la población económicamente activa (González, 2011).

A pesar de su importancia económica y social en países de América y África, el rendimiento del cacao es bajo, por ejemplo, en Ecuador el rendimiento promedio es de 250 kg ha<sup>-1</sup>. Esto es el reflejo de diversos problemas que tiene el cultivo, como los causados por *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); las altas pérdidas causadas por este basidiomiceto lo convierten en una de las principales amenazas para la producción de cacao en el mundo.

Otro de los problemas más importantes de los cacaotales es causado por el complejo de hongos del género *Phytophthora* (ICO, 2015; Ali et al., 2017). Este grupo de hongos no solo ataca a la mazorca causando la “pudrición parda” o “mazorca negra”, sino también atacan otras partes de la planta. Según Acebo-Guerrero et al. (2012), la presencia de *Phytophthora* spp. puede causar pérdidas hasta de un 30%. 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 que genera preocupación entre los productores de cacao es la muerte prematura de las mazorcas conocida comúnmente como “cherelle wilt” la cual provoca una caída de frutos de 20-90% (Plummer, 1962). 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 la importancia de estos problemas, son pocos los estudios llevados a cabo para controlarlos de forma eficiente y ecológicamente aceptable. Así, el manejo de las enfermedades requiere enfoques integradores, con un componente agronómico (labores culturales), genético, biológico y químico (Acebo-Guerrero et al., 2012), evitando de esta forma la creación de resistencia (por parte de los hongos), y disminuyendo los efectos nocivos al medio ambiente. Es importante anotar que cada componente del manejo integrado de enfermedades tiene estrecha relación con los factores microclimáticos de cada zona, siendo necesario el estudio del manejo integrado en cada región.

Autores como Ortiz-García et al. (2015) reportaron una reducción significativa de la incidencia de “moniliasis” con un programa de manejo integrado. Mientras que Maldonado (2015), encontró una disminución del 40% en la incidencia de esta enfermedad, luego de realizar podas y raleos fitosanitarios en cacao. Otro componente importante dentro del manejo integrado de estas enfermedades es el uso de antagonistas (Villamil et al., 2015) como *Bacillus subtilis*, el cual es usado para controlar diversos fitopatógenos en cultivos de importancia económica (Ashwini y Sridivya, 2014; Reiss y Jørgensen, 2017). El uso del Clorotalonil para el control de la “moniliasis” también ha sido sugerido por ser un fungicida no sistémico de amplio espectro (Contreras, 2017; PPDB, 2018).

Por todo lo expuesto, este trabajo se realizó con el objetivo de evaluar diferentes métodos de control de enfermedades de la mazorca de Theobroma cacao ‘CCN-51’ en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador.

## 2. Materiales y métodos

El ensayo se realizó en una plantación comercial de cacao ‘CCN-51’ de cinco años de edad, durante la campaña 2016-2017, en la parroquia Puerto Limón ubicado en 0° 20' 0" S, 79° 15' 0" W a una altitud de 325 msnm, en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. Es una zona de clima tropical, con una precipitación anual de 3081,5 mm y una temperatura promedio de 25,6°C. Durante el periodo de estudio (12 meses), los valores más altos de temperatura (26-26,5 °C) se registraron entre los meses de enero a mayo; mientras que el periodo de mayor precipitación estuvo

comprendido entre enero y mayo (700-800 mm) (Figura 1).

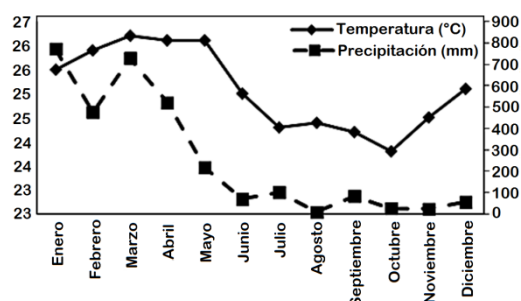


Figura 1. Temperatura y Precipitación durante el desarrollo del experimento con cacao CCN-51.

El experimento fue conducido bajo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 16 tratamientos y 3 repeticiones. El área experimental estuvo formada por parcelas de 210 m<sup>2</sup>, cada una de ellas con 15 plantas de cacao (3 filas de 5 plantas) con un distanciamiento de 3,5 x 3,5 m<sup>2</sup>. Para evitar el efecto de borde, los datos fueron tomados de las tres plantas cen-

trales. Para el diseño de los tratamientos (Tabla 1) se siguieron las recomendaciones de los técnicos de la zona. En general, estos son una combinación de labores culturales (poda sanitaria + eliminación de mazorcas enfermas), con el uso fungicidas sintéticos (Clorotalonil o Pyraclostrobin) y productos biológicos (*Bacillus subtilis*), además de la fertilización. En el testigo comercial solo se realizaron labores culturales.

El análisis de suelo fue realizado en la Estación Experimental Tropical Pichilingue, los métodos usados fueron los recomendados por Soil Science Society of America (1982). 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<sup>-1</sup>, 9 cmol(+) kg<sup>-1</sup> de Ca y 0,80 cmol(+) kg<sup>-1</sup> de magnesio. El azufre (S) registró un contenido de 4 mg/kg; de 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.

Tabla 1

Tratamientos aplicados en ensayo para control de enfermedades en cacao 'CCN-51' en localidad de Puerto Limón, Santo Domingo de los Tsáchilas (Ecuador)

Tratamientos	Descripción General	Descripción Específica	Método de Control
T1	Grupo 1 (Fungicidas químicos a alta frecuencia + fertilización creciente)	LC + CLO (1 kg ha <sup>-1</sup> ) (c/15 días) + PYRA (0,5 kg ha <sup>-1</sup> ) (c/90 días) + FERT (0,3 kg/planta) + ABONO (1 kg/planta)	Químico
T2		LC + CLO (1 kg ha <sup>-1</sup> ) (c/15 días) + PYRA (0,5 kg ha <sup>-1</sup> ) (c/90 días) + FERT (0,4 kg/planta) + ABONO (2 kg/planta)	
T3		LC + CLO (1 kg ha <sup>-1</sup> ) (c/15 días) + PYRA (0,5 kg ha <sup>-1</sup> ) (c/90 días) + FERT (0,5 kg/planta) + ABONO (3 kg/planta)	
T4		LC + CLO (1 kg ha <sup>-1</sup> ) (c/15 días) + PYRA (0,5 kg ha <sup>-1</sup> ) (c/90 días)	
T5	Grupo 2 (Fungicidas químicos a baja frecuencia + fertilización creciente)	LC + CLO (1 kg ha <sup>-1</sup> ) (c/30 días) + PYRA (0,5 kg ha <sup>-1</sup> ) (c/180 días) + FERT (0,3 kg/planta) + ABONO (1 kg/planta)	Químico
T6		LC + CLO (1 kg ha <sup>-1</sup> ) (c/30 días) + PYRA (0,5 kg ha <sup>-1</sup> ) (c/180 días) + FERT (0,4 kg/planta) + ABONO (2 kg/planta)	
T7		LC + CLO (1 kg ha <sup>-1</sup> ) (c/30 días) + PYRA (0,5 kg ha <sup>-1</sup> ) (c/180 días) + FERT (0,5 kg/planta) + ABONO (3 kg/planta)	
T8		LC + CLO (1 kg ha <sup>-1</sup> ) (c/30 días) + PYRA (0,5 kg ha <sup>-1</sup> ) (c/180 días)	
T9	Grupo 3 (Fungicida biológico + fertilización creciente)	LC + <i>Bacillus subtilis</i> (0,2 kg ha <sup>-1</sup> ) (c/15 días) + FERT (0,3 kg/planta) + ABONO (1 kg/planta)	Biológico
T10		LC + <i>Bacillus subtilis</i> (0,2 kg ha <sup>-1</sup> ) (c/15 días) + FERT (0,4 kg/planta) + ABONO (2 kg/planta)	
T11		LC + <i>Bacillus subtilis</i> (0,2 kg ha <sup>-1</sup> ) (c/15 días) + FERT (0,5 kg/planta) + ABONO (3 kg/planta)	
T12		LC + <i>Bacillus subtilis</i> (0,2 kg ha <sup>-1</sup> ) (c/15 días)	
T13	Grupo 4 (Labores culturales + fertilización creciente)	LC + FERT (0,3 kg/planta) + ABONO (1 kg/planta)	Cultural
T14		LC + FERT (0,4 kg/planta) + ABONO (2 kg/planta)	
T15		LC + FERT (0,5 kg/planta) + ABONO (3 kg/planta)	
T16		LC (Testigo comercial)	

Nota: LC: Labores culturales (control cultural de malezas + podas de mantenimiento + podas sanitarias + eliminación de mazorcas enfermas).

CLO (Clorotalonil), PYRA (Pyraclostrobin), FERTILIZANTE (FERT: 18N-6P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-22K<sub>2</sub>O-3MgO- 3,8S- 0,53B)

ABONO: N (2,1%) - P (1,55%) - K<sub>2</sub>O (1,8%) - Ca O (2,8%).

Se realizó un control mecánico de malezas (macheteo), podas de mantenimiento y sanitarias y se eliminaron las mazorcas enfermas. Para mejorar la disponibilidad de nutrientes, se aplicó cal agrícola [Ca (OH)<sub>2</sub>] en cada una de las plantas (0,5 kg pl<sup>-1</sup>) al inicio del experimento. Las variables evaluadas mensualmente fueron: número de mazorcas sanas, número de mazorcas afectadas con *Moniliophthora roreri*, número de mazorcas afectadas por *Phytophthora* spp., número de mazorcas con “cherelle wilt”. A la cosecha, se evaluó el rendimiento de granos frescos de cacao (“cacao baba”) y el rendimiento de “cacao fermentado y seco”. Para la incidencia de mazorcas con “moniliasis”, “mancha parda” y “cherelle wilt”, se usó la fórmula  $NI = \frac{MD}{MT} \times 100$  (donde MD: Número de mazorcas dañadas y MT: Número de mazorcas totales). Para el peso fresco (PF= “cacao baba”), se colectaron las mazorcas, se extrajeron los granos y se pesaron. El peso de cacao fermentado y seco (PS), con 7% de humedad, se estimó con la fórmula:  $PS = PF \times 0,4$ ; la misma que se usa comercialmente en el Ecuador. Con los datos obtenidos se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA) y luego la Prueba de Tuckey (95%) para comparar la media entre los diferentes tratamientos.

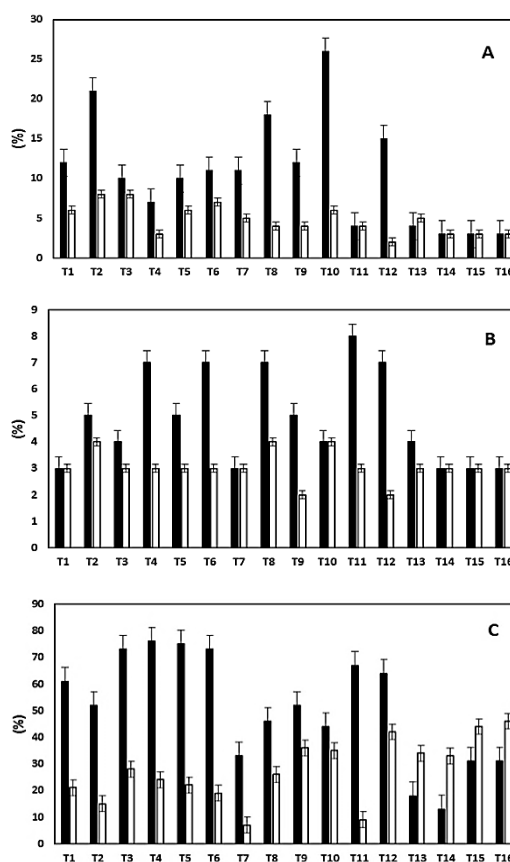
### 3. Resultados y discusión

La producción de cacao es muy importante en países tropicales. Sin embargo, persisten problemas sanitarios que limitan el aumento de la productividad y por tanto causan un daño a la economía de los pequeños productores cacaoteros. La presencia de la “moniliasis” (*Moniliophthora roreri*), la “mazorca negra” o “pudrición parda” (*Phytophthora palmivora*) y la “escoba de brujas” (*Crinipellis perniciososa*) ya ha sido reportada en países como Ecuador. Según Anzules et al. (2018), para el 49,4% de los agricultores de Santo Domingo de los Tsáchilas, (Ecuador), la “moniliasis” es la enfermedad más importante, seguida de la “mazorca negra” (3,7%) y la “escoba de brujas” (1,2%). Además, el 43,2% de productores reporta el ataque de más de una enfermedad disminuyendo hasta en el 50% de la producción de mazorcas (Sánchez-Mora et al., 2015; Ortiz-García et al., 2015). El “cherelle wilt” es un fenómeno poco conocido que afecta a aproximadamente al 60% de los frutos jóvenes del cacao (Bradnan, 2015).

#### Efecto sobre la “moniliasis”

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 este trabajo, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos estudiados para la incidencia de la “moniliasis”, tanto al inicio como al final del ensayo ( $p \leq 0,05$ ). Pero, la mayor parte de los tratamientos con fungicidas químicos tuvieron un efecto positivo en el control de la enfermedad, la incidencia final casi siempre fue menor que la incidencia inicial (Figura 2A).



**Figura 2.** Incidencia al inicio (barra negra) y final del ensayo (barra blanca) de “moniliasis” (A), “pudrición parda” (B) y “cherelle wilt” (C) en experimento de cacao, localidad de Puerto Limón, Santo Domingo de los Tsáchilas (Ecuador).

Al comparar el T4 con T1, T2 y T3, no se observó una mejora en el control de la enfermedad por el incremento de la fertilización; pero destacó el T2 que disminuyó la incidencia final en mayor proporción que los otros tratamientos. Lo mismo ocurrió, cuando se comparó el otro grupo de tratamientos de control químico (T8 con T7, T6 y T5), tampoco se observó una mejora en el control de la enfermedad por el incremento de la fertilización, incluso destacó el T8, tratamiento que no ha recibido fertilización (Figura 2A).



Cuando comparamos el grupo de tratamientos de control biológico (T12 con T11, T10 y T9), encontramos que la mayor parte de los tratamientos también tuvieron un efecto positivo en el control de la “moniliasis”, la incidencia final casi siempre fue menor que la incidencia inicial; con excepción del T11, que no tuvo un efecto y la incidencia inicial y final, fueron similares. Pero tampoco se encontró una mejora en el control de la enfermedad, cuando se incrementó la fertilización; pero es el T10, el tratamiento que más disminuyó la incidencia final, comparado con los otros tratamientos (Figura 2A).

Con el grupo de tratamientos de control cultural (T16 con T15, T14 y T13), no se reportó un control de esta enfermedad. En la mayoría de estos, la incidencia inicial y final fueron similares, e incluso en el T13, hubo un incremento de la incidencia final (Figura 2A).

Los resultados de este ensayo muestran las posibilidades de usar el control químico para el manejo de la “moniliasis” en la zona de estudio. Pero hay investigadores que señalan que su empleo es escaso porque hay dudas sobre su eficacia (Jaimes y Arazanzu, 2010) y solo debe emplearse en plantaciones donde se tiene la certeza de altos rendimientos (Jáuregui, 2001), debido a sus altos costos (Jaimes y Arazanzu, 2010). Aunque quizá aún falta seleccionar los productos más efectivos contra este patógeno (Torres de la Cruz *et al.*, 2019). Lo cierto es que varios reportes, corroboran la efectividad de los fungicidas para el control de *M. royeri*. Así tenemos que, en México, *in vitro*, azoxystrobin inhibió el 100% de la germinación de conidios y el 96% del crecimiento micelial. Además, frutos tratados en el campo con azoxystrobin, resultaron con una mortalidad del 42% comparado con 94 % en frutos sin tratamiento. Resultados que mostraría que este producto podría ser incorporado en programas de manejo integrado de la enfermedad y del cultivo (Torres de la Cruz *et al.*, 2013). En otro trabajo realizado en México, se evaluaron diversos fungicidas y encontraron que, *in vitro*, *M. royeri* fue sensible tanto a fungicidas sistémicos (azoxystrobin, trifloxystrobin, tebuconazole y propiconazole), como protectantes (sulfato de cobre, hidróxido de cobre, óxido cuproso, oxiclورو de cobre y polisulfuro de calcio). *In vivo*, una aplicación de azoxystrobin, trifloxystrobin, tebuconazol o propiconazol, complementada con hidróxido de cobre, disminuyó significativamente la incidencia de la “moniliasis” (Torres de la Cruz *et al.*, 2019). En Colombia, para el

control químico de esta enfermedad, se emplean tradicionalmente fungicidas protectantes. Pero, el uso de cobre y protectantes orgánicos, ha reducido la incidencia de la enfermedad y el mejor control se obtiene con óxido cuproso. Además, la aplicación de fungicidas sistémicos, puede mejorar la eficiencia en el control del patógeno (Jaimes y Arazanzu, 2010). La efectividad del Clorotalonil, sobre la “moniliasis”, fue confirmada hace muchos años en Costa Rica (Murillo y Gonzales, 1984). En Perú, la aplicación de clorotalonil, hidróxido de cobre y óxido cuproso controló con similar efectividad la “moniliasis”. También fueron los tratamientos que tuvieron los mayores rendimientos de cacao y los mayores índices de retorno económico (Jáuregui, 2001). En Ecuador, en el tratamiento donde se aplicó Sulfato de Cu + Mancozeb, el área de progreso de la curva de la enfermedad, fue menor que cuando solo se hizo remoción de frutos enfermos cada 15 días (Estrella y Cedeño, 2012).

Los resultados positivos con los tratamientos de control biológico, son bastante alentadores para el control de la “moniliasis”. Vera Loo *et al.* (2018), señalan que el uso de bacterias, especialmente *Bacillus* spp. y *Pseudomonas fluorescens*, ha comenzado a recibir atención durante los últimos años para el control de las enfermedades del cacao, aunque menos que el uso de hongos antagonistas. Melnick *et al.* (2011), encontraron que en el cacao pueden coexistir múltiples especies bacterianas formadoras de endosporas de diferentes géneros. Algunas de estas bacterias exhibieron antagonismo contra *Phytophthora capsici*, *Moniliophthora royeri* y *Moniliophthora perniciosa*. Además, muchos *Bacillus* spp. son quitinolíticos y podrían ser antagonistas directamente sobre hongos fitopatógenos tales como *M. royeri* y *M. perniciosa*. Sin embargo, *Bacillus* spp. quitinolíticos probablemente sean menos eficaces contra la “pudrición negra” de la mazorca, dado que *Phytophthora* tiene paredes celulares compuestas principalmente por celulosa. El uso de bacterias para el control de enfermedades en el cacao todavía está incipiente, empero, dados los interesantes resultados presentados en los pocos documentos disponibles, ciertamente merece mayor atención (Vera Loo *et al.*, 2018). En Colombia, Villamil *et al.* (2015), en un ensayo de laboratorio comparó una cepa de *Bacillus* con dos de *Trichoderma* y encontró que una de las cepas del hongo fue más efectiva y recomendable para ensayos de control de “moniliasis” a nivel de campo.

En Ecuador, también en un ensayo de campo, los tratamientos con preparados en base a *Pseudomonas cepacea* y *Bacillus subtilis*, tuvieron un área de progreso de la curva de la enfermedad, menor que cuando solo se hizo remoción de frutos enfermos cada 15 días (Estrella y Cedeño, 2012).

#### Efecto sobre la “podrición parda”

Las enfermedades causadas por el género *Phytophthora* son unas de las mayores amenazas para la biodiversidad del mundo (Sims et al., 2018). La “podrición parda” o “mazorca negra” es otra enfermedad que limita la productividad del cacao y es causada por diversas especies del género *Phytophthora*, tales como *P. palmivora*, *P. megakarya*, *P. capsici* y *P. citrophthora*. Según Bailey et al. (2016), la más extendida y la que más daño causa 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. En este ensayo, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos estudiados, tanto al inicio como al final del ensayo ( $p \leq 0,05$ ). Pero, la mayor parte de los tratamientos con fungicidas químicos tuvieron un efecto positivo en el control de la enfermedad, la incidencia final casi siempre fue menor que la incidencia inicial (Figura 2B). Al comparar el T4 con T1, T2 y T3, no se observó una mejora en el control de la enfermedad por el incremento de la fertilización, incluso el tratamiento sin fertilización (T4) fue el que más disminuyó en mayor proporción la incidencia, en comparación con los otros tratamientos. En el otro grupo de tratamientos de control químico (T8 con T7, T6 y T5), tampoco se observó una mejora en el control de la enfermedad por el incremento de la fertilización; pero destacó el T6 que redujo en mayor proporción la incidencia (Figura 2B). Con el grupo de tratamientos de control biológico (T12 con T11, T10 y T9), encontramos que la mayor parte de los tratamientos tuvieron un efecto positivo en el control de la “mancha parda”, la incidencia final casi siempre fue menor que la incidencia inicial; con excepción del T10, que no tuvo efecto y la incidencia inicial y final, fueron similares. Tampoco se encontró una mejora en el control de la enfermedad, cuando se incrementó la fertilización y un tratamiento con fertilización (T11) y sin fertilización (T12) disminuyeron la incidencia en la misma proporción (Figura 2B). En el grupo de

tratamientos de control cultural (T16 con T15, T14 y T13), solamente con el T13 se reportó una disminución de la incidencia final de la enfermedad causada por *Phytophthora*. En los otros tratamientos, la incidencia inicial y final fueron similares, tal como se muestra en la Figura 1B.

Los resultados de este ensayo muestran las posibilidades de usar el control químico para el manejo de la “podrición parda” en este cultivo. Además, el uso de fungicidas químicos para el control de *Phytophthora*, ya ha sido documentado. Por ejemplo, Calva (2016), en un estudio realizado en el Ecuador a nivel de laboratorio, encontró que el Metalaxil+Mancozeb fue mejor que el Difeconazol, Azoxystrobin, Sulfato de cobre pentahidratado, inhibiendo el crecimiento micelial de *Phytophthora* sp. aislado de frutos de cacao. Jáuregui (2001), señala que para el control químico de la “podrición parda” en cacao, se aplican productos a base de cobre, especialmente óxido cuproso, dirigidos a los frutos y follajes. Pero su efectividad depende de la frecuencia de las aplicaciones y de la precipitación. También se pueden aplicar productos sistémicos adecuados, a los frutos. La efectividad de control del Clorotalonil, sobre otras especies de *Phytophthora* ya ha sido reportada, como es el caso de *P. infestans* en el cultivo de papa (Morales, 2001).

La efectividad del control biológico de la “mancha parda” en este trabajo, corrobora referencias anteriores como las de Koranteng y Awuah (2011), quienes aislaron y caracterizaron ocho rizobacterias antagonistas de *P. palmivora* y demostraron que productos a base de las bacterias y sus caldos libres de células, podrían ser utilizados como biofungicidas para controlar la “podrición negra” del fruto en cacao. Otros autores, como Melnick et al. (2011), encontraron que algunas de estas bacterias presentaron antagonismo contra *Phytophthora capsici*. Sin embargo, especies quinolíticas de *Bacillus* probablemente sean menos eficaces contra la “podrición negra” de la mazorca, dado que *Phytophthora* tiene paredes celulares compuestas principalmente por celulosa. Por otra parte, el control de la “moniliasis” y la “mancha parda”, solamente con labores culturales no tuvo la efectividad esperada. En Ecuador, en un ensayo de campo, los tratamientos con productos químicos y biológicos, tuvieron un área de progreso de la curva de la enfermedad, menor que cuando solo se hizo remoción de frutos enfermos cada 15 días (Estrella y Cedeño, 2012). Quizá por ello muchos

autores lo recomiendan como una práctica complementaria al uso de otros métodos de control (Jáuregui, 2001; Jaimes y Aranzu, 2010; Estrella y Cedeno, 2012; Hernández-Gómez *et al.*, 2012; Villamil *et al.*, 2015; Ortiz-García *et al.*, 2015; Tirado-Gallego *et al.*, 2016), porque al disminuir la densidad de inóculo de los patógenos en la parcela, ayudaría a aumentar la efectividad de los fungicidas en general.

#### Efecto sobre el “cherelle wilt”

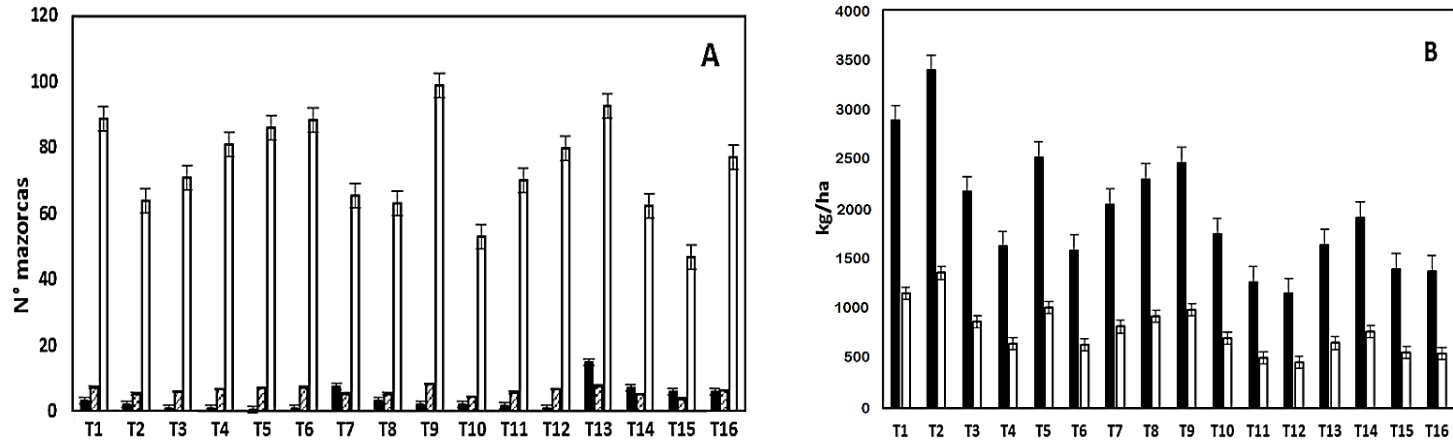
El “cherelle wilt” es una muerte prematura de los frutos y puede ocurrir hasta unos 50 días después de la polinización. El origen de este desorden fisiológico es poco conocido, se considera que es una falla en la embriogénesis, se asocia con deficiencias nutricionales (Bradnan, 2015) y también con un incremento de los niveles de los intermediarios del ciclo del ácido tricarbóxico y una disminución de los metabolitos principales (Melnick *et al.*, 2013). En este trabajo, no se reportaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos estudiados para la incidencia del “cherelle wilt”, tanto al inicio como al final del ensayo ( $p \leq 0,05$ ). Pero, la mayor parte de los tratamientos con fungicidas químicos tuvieron un efecto positivo en el control de esta anomalía, la incidencia final siempre fue menor que la incidencia inicial (Figura 2C). Al comparar el T4 con T1, T2 y T3, no se observó una mejora en el control del “cherelle wilt” por el incremento de la fertilización, incluso el tratamiento sin fertilización (T4), disminuyó la incidencia final en mayor proporción que los tratamientos T1 y T2. Cuando se comparó el otro grupo de tratamientos de control químico (T8 con T7, T6 y T5), si se observó una mejora en el control del “cherelle wilt” por el incremento de la fertilización. El tratamiento sin fertilización (T8), disminuyó la incidencia en menor proporción que los tratamientos que, además de la aplicación con fungicidas, recibieron fertilización, tal como se muestra en la Figura 2C.

Cuando analizamos el grupo de tratamientos de control biológico (T12 con T11, T10 y T9), encontramos que todos los tratamientos tuvieron un efecto positivo en el control del “cherelle wilt” (Figura 2C). Pero no se encontró una mejora clara en el control de esta anomalía, cuando se incrementó la fertilización. Pero el T11, fue el tratamiento que más disminuyó la incidencia final, comparado con los otros tratamientos (Figura 2C). Con el grupo de tratamientos de control cultural (T16, T15, T14 y T13), no se reportó un efecto negativo sobre la

cantidad de “cherelle wilt”. Por el contrario, la incidencia final siempre fue mayor que la incidencia inicial (Figura 2C). No se tiene muchas referencias del efecto de los fungicidas sobre esta anomalía, los resultados son contradictorios y poco se ha investigado sobre el tema en los últimos años, por ello, las referencias que se tienen son bastante antiguas. Murillo y Gonzales (1984), encontraron que el óxido cuproso causó un aumento significativo del “cherelle wilt” y en menor cantidad, el Captafol; pero el Clorotalonil y el Trifenil acetato de estaño, lo inhibieron, aunque de manera no significativa con respecto al testigo. Recientemente, en Ecuador, se encontró que la aplicación de sulfato de cobre, tanto al suelo como al follaje, disminuyó el aborto de mazorcas en cacao (Bajaña, 2016).

#### Efecto sobre el número de mazorcas, el rendimiento y el ingreso económico

La cantidad de mazorcas que produce una planta es una característica propia del genotipo y es una variable usada para cuantificar la producción del cacao (Morán *et al.*, 2017). En este ensayo, no hubo un efecto claro de los tipos de control sobre el número de mazorcas sanas, pero un tratamiento de control biológico (T9) fue el que tuvo el mayor número de mazorcas sanas; estadísticamente superior al T15, que tuvo la menor cantidad. Ambos, fueron estadísticamente similares a la mayor parte de los tratamientos evaluados (Figura 3A). En un estudio realizado en Manabí (Ecuador), el porcentaje de mazorcas sanas se incrementó por el uso de fungicidas químicos (Arroyave, 2007). Pero el número de mazorcas y el rendimiento no estuvieron directamente relacionados y el mayor rendimiento de cacao seco, correspondió al T2, un tratamiento de control químico. Mientras que el más bajo, correspondió a un tratamiento de control biológico (T12), tal como se muestra en la Figura 3B. El análisis económico (Tabla 2), muestra que el tratamiento que permitiría tener el mayor ingreso neto, sería el T2 [Labores culturales + Clorotalonil (1 kg ha<sup>-1</sup>) (c/15 días) + Pyraclostrobin (0,5 kg ha<sup>-1</sup>) (c/90 días) + Fertilizantes (0,4 kg/planta) + Abono (2 kg/planta)], seguido del T8 y el T1, todos estos corresponden al grupo de tratamientos de control químico. Estos resultados, demostrarían que el control químico de las enfermedades del cacao, permite obtener los mayores índices de retorno económico (Jáuregui, 2001).



**Figura 3.** Número de mazorcas (A) por árbol al inicio del ensayo (barra negra), promedio por árbol durante el ensayo (barra con trama) y total por árbol durante el periodo de estudio (barra blanca). Rendimiento de cacao (B) en baba (barra negra), fermentado y seco (barra blanca), localidad de Puerto Limón, Santo Domingo de los Tsáchilas (Ecuador).

**Tabla 2**

Análisis económico de los tratamientos estudiados para el control de enfermedades de cacao, localidad de Puerto Limón, Santo Domingo de los Tsáchilas (Ecuador)

CONCEPTO	Tratamientos															
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
Rendimiento (kg/ha)	1153,4	1355,23	867,37	647,75	1005,77	632,73	816,97	919,2	984,49	699,6	504,4	459,33	653,67	765,63	558,53	549,27
Rendimiento ajustado (-5%)	1095,73	1287,47	824,01	615,37	955,51	601,1	776,13	873,24	935,27	664,62	479,18	436,37	620,99	727,35	530,61	521,81
Precio de venta (USD x kg)	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98
<b>1. Ingreso bruto (USD x ha)</b>	<b>2169,54</b>	<b>2549,19</b>	<b>1631,53</b>	<b>1218,43</b>	<b>1891,9</b>	<b>1190,17</b>	<b>1536,73</b>	<b>1728,93</b>	<b>1851,83</b>	<b>1315,94</b>	<b>948,77</b>	<b>864,01</b>	<b>1229,56</b>	<b>1440,15</b>	<b>1050,6</b>	<b>1033,2</b>
Costo/tratamiento (USD x ha)																
Labores culturales	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
Fungicidas	240	240	240	240	120	120	120	120	144	144	144	144				
Fertilizantes	123	164	205		123	164	205		123	164	205		123	164	205	
Abonos	41	82	133,1		41	82	133,1		41	82	133,1		41	82	133,1	
Mano de obra para aplicación	210	120	210		210	120	210		210	120	210		30	30	30	
<b>2. Costo total/tratamiento (USD x ha)</b>	<b>869</b>	<b>861</b>	<b>1043,1</b>	<b>495</b>	<b>749</b>	<b>741</b>	<b>923,1</b>	<b>375</b>	<b>773</b>	<b>765</b>	<b>947,1</b>	<b>399</b>	<b>449</b>	<b>531</b>	<b>623,1</b>	<b>255</b>
<b>Ingreso neto (USD x ha)</b>	<b>1300,54</b>	<b>1688,19</b>	<b>588,4</b>	<b>723,43</b>	<b>1142,9</b>	<b>449,2</b>	<b>613,63</b>	<b>1353,93</b>	<b>1078,83</b>	<b>550,94</b>	<b>1,67</b>	<b>465,01</b>	<b>780,56</b>	<b>909,2</b>	<b>427,5</b>	<b>778,18</b>



#### 4. Conclusiones

Los resultados indican que el uso de fungicidas (químicos y biológicos), disminuyó la incidencia de la “moniliasis”, “mancha parda” y “cherelle wilt”. Contrariamente a lo esperado, las labores culturales aumentaron la incidencia de “cherelle wilt”. El número de mazorcas y el rendimiento no estuvieron directamente relacionados y el mayor rendimiento de cacao fermentado y seco, correspondió al T2 [Labores Culturales + Clorotalonil (1 kg·ha<sup>-1</sup>) (c/15 días) + Pyraclostrobin (0,5 kg·ha<sup>-1</sup>) (c/90 días) + Fertilizante (0,4 kg/planta) + Abono (2 kg/planta)], tratamiento que también tuvo el mayor ingreso neto.

Las buenas prácticas agronómicas y de fertilización, sumadas al control químico y biológico, pueden aumentar los rendimientos y los ingresos económicos de los pequeños agricultores.

#### ORCID

R. Borjas  <https://orcid.org/0000-0001-7819-1810>  
L. Alvarado  <https://orcid.org/0000-0002-2121-2454>  
V. Castro-Cepero  <https://orcid.org/0000-0001-8747-2665>  
A. Julca-Otiniano  <https://orcid.org/0000-0002-3433-9032>

#### Referencias bibliográficas

- 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(1): 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.
- Arroyave, F. 2007. Efecto de fungicidas y frecuencia de aplicación sobre enfermedades de mazorca en cacao en época lluviosa en el valle del río Portoviejo. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo. Ecuador. 48pp.
- Ashwini, N.; Srividya, S. 2014. Potentiality of *Bacillus subtilis* as biocontrol agent for management of anthracnose disease of chilli caused by *Colletotrichum gloeosporioides* OGC<sub>1</sub>. *Biotech* 4(2): 127-136.
- 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. p 267-303. 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.
- Bajaña, C.D. 2016. Efectos del cobre en la reducción del “marchitamiento prematuro de la mazorca (cherelle wilt) del cacao” y su producción en la zona de mata de cacao. Trabajo de titulación Ingeniero Agropecuario, Universidad Técnica de Babahoyo, Los Ríos. Ecuador. 62 pp.
- Bradnan, D. 2015. *Cherelle Wilt in Theobroma cacao*. Thesis Master of Science, University of Louisiana at Lafayette. USA. 49 pp.
- Calva, C. 2016. Control químico *in vitro* de *Phytophthora* sp. agente causal de la mancha negra en el cultivo de cacao. Trabajo de titulación Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Machala, Machala. Ecuador. 40pp.
- Contreras, P. 2017. Control fitosanitario en el cultivo de cacao CCN 51 con tres grupos de fungicidas sobre los problemas que afectan a su producción, en la zona de San Antonio, Cantón Pueblo Viejo. Trabajo de titulación de Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Babahoyo, Los Ríos. Ecuador. 47 pp.
- 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.
- Estrella, E.E.; Cedeño, J.G. 2012. Medidas de control de bajo impacto ambiental para mitigar la moniliasis (*Moniliophthora roreri* Cif y Par. Evans *et al.*) en cacao Híbrido Nacional x Trinitario en Santo Domingo de los Tsáchilas. Trabajo de titulación de Ingeniero Agropecuario, Escuela Politécnica del Ejército, Santo Domingo. Ecuador. 139 pp.
- González, D. 2011. Cacao fino y de aroma del Ecuador “Cacao arriba”. Trabajo para optar el título de especialista en agronegocios y alimentos. Universidad de Buenos Aires. Argentina.
- Hernández-Gómez, E.; López-Navarrete, M.C.; Garrido-Ramírez, E.R.; Solís-Bonilla, J.L.; Zamarripa-Colmenero, A.; Avendaño-Arrazate, C.H.; Mendoza-López, A. 2012. La moniliasis (*Moniliophthora roreri* cif & par) del cacao: búsqueda de estrategias de manejo. *Agroproductividad*. México. 8 pp. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/257066495\\_LA\\_MONILIASIS\\_Moniliophthora\\_roreri\\_Cif\\_Par\\_DEL\\_CACAO\\_BUSQUEDA\\_DE ESTRATEGIAS\\_DE\\_MANEJO](https://www.researchgate.net/publication/257066495_LA_MONILIASIS_Moniliophthora_roreri_Cif_Par_DEL_CACAO_BUSQUEDA_DE ESTRATEGIAS_DE_MANEJO)
- INEC. 2016. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua-ESPAC. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ecuador.
- 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/>
- ICO. 2015. Pests & Diseases. International Cocoa Organization (ICO), Abidjan, Cote d'Ivoire. Disponible en: <https://www.icco.org/about-cocoa/pest-a-diseases.html>

- Jaimes, Y.; Arazanzu, F. 2010. manejo de las enfermedades del cacao (*Theobroma cacao* L.) en Colombia, con énfasis en monilia (*Moniliophthora roreri*). CORPOICA. Colombia. 90pp.
- Jáuregui, C.A. 2001. Efecto de fungicidas en el control de las principales enfermedades del cacao (*Theobroma cacao* L.) en Tingo María. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María. Perú. 94pp.
- Koranteng, S.L.; Awuah, R.T. 2011. Biological suppression of black pod lesion development on detached cocoa pods. African Journal of Agricultural Research 6(1): 67-72.
- Maldonado, C. 2015. Efecto del manejo en la reducción de incidencia de enfermedades (Moniliasis, escoba de bruja y mazorca negra) en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la estación experimental de Sapecho. APHTAPI 1(1): 38-51.
- 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.
- MINAGRI. 2017. Estudio del cacao en el Perú y en el mundo. Dirección general de políticas agrarias. Disponible en: [http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/videoconferencias/2017/estudio\\_cacao\\_para\\_iica.pdf](http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/videoconferencias/2017/estudio_cacao_para_iica.pdf).
- Morales, R. 2001. Frecuencia de Aplicaciones del Fungicida Clorotoloniil 82,5 para el manejo de *Phytophthora infestans* en tres variedades de papa. Revista Latinoamericana de la Papa. 12: 49-56
- Morán, M.; Molina, V.; Pazmiño, A. 2017. Influencia del boro en la floración y rendimiento del cacao variedad CCN-51 en la zona de mata de cacao. Revista FADMI 1(1): 36-49.
- Melnick, L.; Suarez, C.; Bailey, B.; BAckman, P. 2011. Isolation of endophytic endospore-forming bacteria from *Theobroma cacao* as potential biological control agents of cacao diseases. Biological Control 57: 236-245.
- Melnick, R.; Strem, M.; Crozier, J.; Sicher, R.; Bailey, B. 2013. Molecular and metabolic changes of cherrille wilt of cacao and its effect on *Moniliophthora roreri*. Physiological and Molecular Plant Pathology 84: 153-162
- Murillo, D.; Gonzales, L.C. 1984. Evaluación en laboratorio y campo de fungicidas para el combate de la moniliasis del cacao. Agro-nomía Costarricense 8(2): 83-89.
- 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.
- Plummer, C. 1962. A study of the effect of insects on the incidence of cherrille wilt of cacao. Cacao Diseases: 483-499.
- PPDB. 2018. Chlorothalonil. Pesticide Properties Data base. Disponible en: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/es/Reports/150.htm>
- Reiss, A.; Jørgensen, L. 2017. Biological control of yellow rust of wheat (*Puccinia striiformis*) with Serenade ASO (*Bacillus subtilis* strain QST 713). Crop protection 93: 1-8.
- 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.
- Sims, L.; Tjosvold, S.; Chambers, D.; Garbelotto, M. 2018. Control of *Phytophthora* species in plant stock for habitat restoration through best management practices. Plant Pathology 68: 196-204.
- Soil Science Society of America. 1982. Methods of soil analysis. Part 2: Chemical and microbiological properties. 2nd ed. Madison, WI, USA.
- Tirado-Gallego, P.; Lopera-Álvarez, A.; Ríos-Osorio, L. 2016. Estrategias de control de *Moniliophthora roreri* y *Moniliophthora perniciosa* en *Theobroma cacao* L.: Revisión sistemática. Corpoica y Tecnología Agropecuaria 17(3): 417-430.
- Torres de la Cruz, M.; Quevedo-Damián, I.; Ortiz-García, C.F.; Lagúnez-Espinoza, L.; Nieto-Ángel, D.; M. Pérez-de la Cruz, M. 2019. Control químico de *Moniliophthora roreri* en México. Biotecnia 21(2): 55-61.
- Vera Loor, M.A.; Bernal Cabrera, A.; Leiva Mora, M.; Vera Loor, A.E.A.; Vera Coello, D.; Peñaherrera Villafuerte, S.; Solís Hidalgo, K.; Terrero Yépez, P.; Jiménez Guerrero, V.E. 2018. Microorganismos endófitos asociados a *Theobroma cacao* como agentes de control biológico de *Moniliophthora roreri*. Centro Agrícola 45(3): 81-87.
- Villamil, J.; Viteri, S.; Villegas, W. 2015. Aplicación de antagonistas para el control biológico de *Moniliophthora roreri* Cif & Par en *Theobroma cacao* L. bajo condiciones de campo. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín 68(1): 7441-7450.