



## **Efecto de cuatro tipos de fosfitos en el comportamiento del cacao ccn 51 frente a *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora palmivora* en el distrito de San Juan Bautista, Padre Abad”**

### **Effect of four types of phosphites on the behavior of cocoa ccn 51 against *Moniliophthora roreri* and *Phytophthora palmivora* in the district of San Juan Bautista, Padre Abad**

Jesús Requejo Estela  
jesusrequejoestela@gmail.com  
Universidad Nacional de Ucayali (UNU)

Pablo Pedro Villegas Panduro  
pablo\_villegas@unu.edu.pe  
<https://orcid.org/0000-0001-9300-8113>  
Universidad Nacional de Ucayali (UNU)

Diana Prince Zumaeta Sangama de Villegas  
dianaprins19@hotmail.com  
<https://orcid.org/0000-0001-5899-7323>  
Universidad Nacional de Ucayali (UNU)

Roger Vásquez Gómez  
roger\_vasquez@unu.edu.pe  
<https://orcid.org/0000-0001-5427-7329>  
Universidad Nacional de Ucayali (UNU)

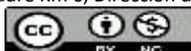
Jessica Madeley Ríos Guzmán  
jessica\_rios@unu.edu.pe  
<https://orcid.org/0000-0001-9434-1823>  
Universidad Nacional de Ucayali (UNU)

### **Resumen**

La investigación tuvo como objetivo, determinar el efecto de cuatro tipos de fosfitos en el comportamiento del cacao CCN 51 frente a *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora palmivora* en el distrito de San Juan Bautista, Padre Abad, para lo cual, se seleccionó un campo de cultivo de cacao con 12 años de instalado, correspondiente al clon CCN 51, ubicado en el distrito de San Juan Bautista, el cual presenta las coordenadas UTM 18L 9015151.73 N – 461771.78 E. Se realizó las labores de desmalezado, podas, demarcación y designación de tratamientos y repeticiones en el área experimental. Los tratamientos fueron: T1 (Testigo), T2 (Aplicación de Fosfito de Calcio), T3 (Aplicación de Fosfito de Zinc), T4 (Aplicación de Fosfito de Cobre), y T5 (Aplicación de Fosfito de Potasio), los cuales fueron aplicados cada 20 días por 4 meses, asimismo, se evaluó el número de mazorcas sanas por planta menores de 10 cm y mayores de 10 cm, la escala de abundancia y el porcentaje de incidencia de la Moniliasis y Mazorca Negra, concluyéndose que, para la escala de abundancia y porcentaje de incidencia de *M. roreri* en mazorcas menores de 10 cm y mayores de 10 cm, no se observaron diferencias significativas entre las aplicaciones de fosfitos y el testigo. Sin embargo, la aplicación del fosfito de potasio generó el menor porcentaje de incidencia total de *M. roreri* en mazorcas mayores de 10 cm. Para la escala de abundancia y porcentaje de incidencia de *P. palmivora* en mazorcas menores de 10 cm, fue de cero, y en mazorcas mayores de 10 cm, no se observaron diferencias significativas entre las aplicaciones de fosfitos y el testigo. Sin embargo, la aplicación del fosfito de cobre generó el menor porcentaje de incidencia total de *P. palmivora* en mazorcas mayores de 10 cm.

1178

Downloadable from: <http://revistas.unu.edu.pe>  
Carretera Federico Basadre Km 6, Dirección de Producción Intelectual





**Palabras claves:** *Moniliophthora roreri*, *Phytophthora palmivora*, elicitores, escala de abundancia, porcentaje de incidencia, *Theobroma cacao*.

### Abstract

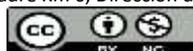
The objective of the research was to determine the effect of four types of phosphites on the behavior of CCN 51 cocoa against *Moniliophthora roreri* and *Phytophthora palmivora* in the district of San Juan Bautista, Padre Abad, for which a crop field of cocoa with 12 years of installation, corresponding to clone CCN 51, located in the district of San Juan Bautista, which has the coordinates UTM 18L 9015151.73 N – 461771.78 E. The work of weeding, pruning, demarcation and designation of treatments and repetitions in the experimental area. The treatments were: T1 (Control), T2 (Calcium Phosphite Application), T3 (Zinc Phosphite Application), T4 (Copper Phosphite Application), and T5 (Potassium Phosphite Application), which were applied every 20 days for 4 months, likewise, the number of healthy ears per plant smaller than 10 cm and larger than 10 cm, the abundance scale and the percentage of incidence of Moniliasis and Black Ear were evaluated, concluding that, for the scale of abundance and percentage incidence of *M. roreri* in ears smaller than 10 cm and larger than 10 cm, no significant differences were observed between the applications of phosphites and the control. However, the application of potassium phosphite generated the lowest percentage of total incidence of *M. roreri* in ears larger than 10 cm. For the scale of abundance and percentage incidence of *P. palmivora* in ears smaller than 10 cm, it was zero, and in ears larger than 10 cm, no significant differences were observed between the phosphite applications and the control. However, the application of copper phosphite generated the lowest percentage of total incidence of *P. palmivora* in ears larger than 10 cm.

**Keywords:** *Moniliophthora roreri*, *Phytophthora palmivora*, elicitors, abundance scale, percentage of incidence, *Theobroma cacao*.

### Introducción

El cacao, es originaria de América, siendo la cuenca del río Amazonas y el río Orinoco su centro de origen. En la actualidad, el cacao está distribuido desde el sur de México hasta las zonas tropicales de Brasil, Bolivia y Perú. Las áreas más grandes de producción a nivel mundial, están distribuidas entre los 10° de latitud norte y sur, el cual abarca el Oeste Africano, América Latina y el Sudeste de Asia (MINAG, 2010). La producción mundial de cacao en los años 2009/2010, fue de 3,6 millones de toneladas de grano, siendo la producción de África, de 2,5 millones de toneladas (68%), provenientes específicamente de Costa de Marfil (1,2 millones), Ghana (650 mil), Nigeria (260 mil) y Camerún (200 mil). Asimismo, Asia produce el 18%, específicamente en Indonesia (535 mil toneladas). Finalmente, América contribuye con el 14%, siendo los productores, Brasil (155 mil), Ecuador (150 mil) y los demás países (ICCO, 2010).

El Perú muestra condiciones agro ecológicas ideales para la producción de cacao de alta calidad, representando el 0,7% del total mundial, ubicándose en el puesto 13 en el ranking de países productores y el sexto entre los países de América del Sur y el Caribe. (MINAG, 2010). El 70% de la superficie



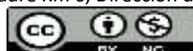


cacaotera nacional se localiza en productores que poseen predios menores a las 10 hectáreas, 19% en predios de 10 y menores a 20 hectáreas, y sólo el 11% en unidades agropecuarias con mayor superficie (PDA, 2010). Las principales zonas de producción de cacao en nuestro país en orden de importancia son: Cusco (especialmente la zona de La Convención-Quillabamba), 41,8%, Ayacucho (Valles del río Apurímac-Ene), 23,6%, Junín (especialmente la zona de Satipo), 13%, Huánuco (especialmente la zona de Tingo María), 6%, Amazonas (especialmente la zona de Bagua y alto Marañón), 6%, San Martín con 2,7% y Ucayali con el 2 % de la producción total (ICCO, 2010).

La Moniliasis ataca de manera exclusiva las mazorcas del cacao (*Theobroma cacao*) y especies emparentadas como el macambo (*T. bicolor*) y el copuazú (*T. grandiflorum*). Eventualmente ataca mazorcas en los cuales aparentemente están sanos, sin embargo, están afectados internamente, reconociéndolos por ser más pesados (Phillips-Mora y Cerda, 2011), generando manchas de color café, sobre el cual aparece una felpa blanca formada por diminutos hilos entrecruzados de micelio, el cual, va oscureciéndose progresivamente mientras nacen y maduran millones de esporas muy pequeñas, quienes son las estructuras de propagación de Monilia. Las esporas irán desprendiéndose a medida que están secan para formar un polvo (Phillips-Mora y Cerda, 2011). Dichas esporas son transportadas hasta mazorcas sanas principalmente por el viento, siendo otros agentes de dispersión, la salpicadura de la lluvia, los animales y los seres humanos. Sobre la superficie de las mazorcas húmedas, se da el proceso de germinación de las esporas, para dar inicio a la infección, volviéndose observable los síntomas de la enfermedad después de varias semanas. Las mazorcas con una edad menor de 3 meses de desarrollo expresan mayor grado de infección (Phillips-Mora y Cerda, 2011). El síntoma interno generado por *M. roreri* llega ser más destructivo que los síntomas externos, a cauda de la pérdida total de las semillas (FHIA, 2003).

La duración del ciclo biológico de Moniliasis depende del material genético del cacao y de las condiciones ambientales, siendo los climas cálidos y húmedos los que acortan el desarrollo del ciclo biológico (Phillips-Mora y Cerda, 2011). Esta enfermedad puede observarse a un rango de altitud de 0 y 1520 m.s.n.m., con una precipitación fluvial anual de 780 - 5,500 mm y una temperatura de 18 a 28 °C (Phillips-Mora, 2006; IICA, 2006).

Diferentes especies del género *Phytophthora* son los agentes causales de la mazorca negra. Las especies de *Phytophthora* presentan una fase haploide y la pared celular está conformada de celulosa. *Phytophthora sp.* muestra capacidad de motilidad, fundamental para el proceso de dispersión de la enfermedad. *P. megakarya* muestra mayor agresividad, causando pérdidas cercanas a 80% de la producción de grano en Nigeria, Camerún y parte de Ghana (Pokou *et al.*, 2008). Si bien es cierto, *P.*





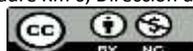
*megakarya* es muy importante por su agresividad, es *P. palmivora* muestra mayor incidencia y una diseminación amplia a nivel mundial, siendo responsable del 20% a 30% de pérdidas productivas de grano a nivel mundial, y aproximadamente 10% de muerte de árboles (Guest, 2007). Asimismo, *P. parasítica*, está presente en el continente africano como en Latinoamérica. Además, en Latinoamérica existen otras especies de *Phytophthora* asociados a la mazorca negra, tales como *P. citrophthora* y *P. capsici* y otras especies sin identificar (Hebbar, 2007).

El ciclo biológico de *Phytophthora sp.* incluye tanto la fase asexual como sexual, que están influenciados por las condiciones ambientales. Predomina el estado asexual, el cual inicia con la germinación de los esporangios, en condiciones óptimas de humedad (agua libre) y temperatura (15° – 38° C), los cuales liberan las zoosporas, que presentan una vida corta, y presentan estructuras de motilidad como son los dos flagelos, uno anterior y otro posterior. El flagelo anterior le da movimiento a la zoospora a través del agua (hasta 1,5 cm), mientras que el flagelo posterior le da la dirección a la zoospora (Judelson y Blanco, 2005; Walker y Van West, 2007). Las zoosporas cumplen dos funciones importantes para el ciclo biológico del patógeno: 1) transmisión del patógeno de un hospedero a otro y 2) dar la orientación del patógeno hacia el sitio de infección (hospedero) (Walker y Van West, 2007).

Los síntomas inician formándose una mancha descolorida sobre la superficie de la mazorca, sobre esta mancha se formará una lesión chocolate o negra con límites bien definidos. Después de dos semanas, la mancha se dispersa, alcanzando toda la superficie de la mazorca. En mazorcas mayores a tres meses de edad, los síntomas inician frecuentemente en la punta o al final del pedúnculo de la mazorca (McMahon y Purwantara, 2004). Al iniciarse la infección en la superficie de la mazorca, los granos pueden permanecer sin daño por varios días, de tal manera que, las cosechas frecuentes, puede reducir significativamente las pérdidas de producción (McMahon y Purwantara, 2004).

*P. palmivora* se desarrolla sobre la superficie de la mazorca, sobre el cual se forma una pelusa blanquecina, constituida por una masa de esporangios, motivo por el cual, la mazorca se ennegrece y muere, pudiendo ser colonizado por hongos secundarios (McMahon y Purwantara, 2004). Las mazorcas momificadas, son reservorios de inóculo, generando propágulos durante tres años aproximadamente (Jaimes y Aranzazu, 2010).

Los fosfitos son las sales o los ésteres del ácido fosforoso ( $H_3PO_3$ ). Es una de las nuevas alternativas para poder tener un buen rendimiento de este cultivo, y complementado con la aplicación de un producto químico, que en las dosis recomendadas ayudaría a controlar la propagación de enfermedades (Payeras, 2008). La ventaja de los fosfitos es que no presentan la problemática de los fosfatos en el suelo, es decir



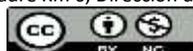


la adsorción y precipitación es menos intensa. Adicionalmente los fosfitos pueden ser absorbidos por los cultivos. Sin embargo, no pueden ser utilizados en las rutas metabólicas de los fosfatos en las plantas, es decir no pueden sustituir al fosfato en la nutrición de los cultivos, debido a las diferencias en la conformación espacial de ambos aniones (Rodríguez-Neave, 2017).

En el ámbito de la nutrición de los cultivos, los fosfitos han actuado como bio-estimulantes, según lo demuestra Gómez-Merino y Trejo-Téllez (2015). Existen en el mercado fosfitos asociados con otros cationes, tales como el magnesio y el calcio, así como con el cobre y el zinc, de tal manera que pueden constituirse en transportadores de esos nutrimentos en la nutrición foliar de los cultivos (Rodríguez-Neave, 2017).

Actualmente, el uso principal de los fosfitos es el control de enfermedades fungosas, sobre todo aquellas causadas por Oomycetos, como *Phytophthora*, *Pseudoperonospora*, *Peronospora*, *Pythium*, *Albulgo*, *Bremia*, etc. (Thao y Yamakawa, 2009). Para lograr eficazmente esta actividad, no deben existir deficiencias de fósforo en las plantas (Thao y Yamakawa, 2009), ya que en caso contrario se presentan efectos contraproducentes. La acción fungicida de los fosfitos, puede ser explicado mediante dos vías. Un efecto indirecto relacionado con el incremento de la resistencia de la planta, ya que los fosfitos intervienen en el metabolismo de la planta como elicitores, estimulando la vía del ácido shiquímico, con lo cual promueven la formación de peroxidasas, fitoalexinas y la acumulación de polímeros fenólicos, además de lignina, en el sitio de infección (Avila *et al.*, 2011). Otra vía de acción de los fosfitos es el efecto directo, es decir el fosfito absorbido por el hongo compite con el fosfato en diversas rutas metabólicas catalizadas por enzimas fosforilativas, pero no cumple plenamente su función debido a las diferencias en su estructura tridimensional, fracasando la construcción del DNA, la estructuración de las membranas con fosfolípidos, en la formación del ATP. Adicionalmente, se han tenido efectos diferentes en la acción fungicida de los fosfitos, en función del catión acompañante (Rodríguez-Neave, 2017).

El nivel de eficiencia para control de organismos fitoparásitos que ejercen los fosfitos es variable, dependiendo de: el ion unido al fosfito, el método de aplicación, el organismo patógeno y planta hospedante. Las investigaciones realizadas sobre la eficiencia de los fosfito comparados con los fungicidas convencionales, afirman que, los fosfitos muestran menor eficiencia, imposibilitando su uso para la sustitución completa de los fungicidas convencionales, pero, si puede utilizarse a los fosfito en como parte de los programas de manejo integrado de enfermedades, de tal manera que pueda reducirse el uso de los fungicidas convencionales y de esta manera evitar la generación de resistencia en los organismos patógenos de plantas (Liljeroth *et al.*, 2016, citado por Yañez *et al.*, 2017).





Por este motivo, la presente investigación, busco determinar el efecto de diferentes tipos de fosfitos en el control de *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora palmivora*, en el cacao clon CCN 51, en el distrito de San Juan Bautista, Padre Abad.

## **Materiales y métodos**

### ***Ubicación***

El trabajo fue instalado en una plantación de cacao de 12 años de establecida, del clon CCN 51 a un distanciamiento de 3 m x 3 m, haciendo un total de 1111 plantas/ha. La plantación era conducida de manera tradicional (podas, remoción de frutos enfermos y control eventual de malezas, escasa o nula fertilización), en las cuales no se ha realizado la aplicación de ningún producto agroquímico par el control de las enfermedades del cacao, el cual está ubicado en el Centro Poblado San Juan Bautista, del distrito de San Alejandro, provincia de Padre Abad, el cual presenta las coordenadas UTM 18L 9015151.73 N – 461771.78 E.

La investigación tuvo una duración de cuatro meses, iniciándose en el mes de julio del 2022 y culminó en el mes de octubre del 2022.

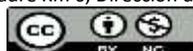
### ***Ecología y clima***

Aguaytía muestra un el clima muy lluvioso y cálido, con temperatura máxima entre 30°C, en verano y otoño y 32°C, en primavera; y la temperatura mínima, entre 20°C, en los meses de invierno, y 21°C, en primavera y verano. La precipitación anual es de 4 283 mm, mayormente entre los meses de noviembre y marzo, con 450 a 560 mm por mes (SENHAMI, 2021).

### ***Ejecución de la investigación***

Para la limpieza del área experimental, se procedió a eliminar las malezas, con la ayuda de motoguadañas. Asimismo, las podas fueron realizadas en el mes de mayo del 2022, teniendo en cuenta la arquitectura de la planta, la formación de la copa de cada árbol de cacao, eliminándose ramas enfermas o secas, plantas parásitas y se redujo la altura de los árboles a 1,8 m.

Se marcó la disposición de los tratamientos y sus repeticiones, de acuerdo al diseño de campo, con 5 tratamientos y 4 repeticiones por tratamiento, distribuidos en forma aleatoria, los cuales fueron identificados a través de letreros y etiquetas de metal.





Los tratamientos estuvieron constituidos por: T1 (Testigo), T2 (Aplicación de Fosfito de Calcio), T3 (Aplicación de Fosfito de Zinc), T4 (Aplicación de Fosfito de Cobre), y T5 (Aplicación de Fosfito de Potasio)

### ***Aplicación de los tratamientos***

Para la aplicación de los diferentes tipos de fosfitos, se procedió a medir 29 ml de producto con una jarra graduada de 100 ml de capacidad, para luego disolverlo en un balde de 5 litros con agua limpia sin cloro, al cual se le agregó 100 ml del adherente-acidificante agrícola. Luego de homogenizada la muestra, se vertió el contenido del balde a la bomba de mochila y se completó a 20 litros de capacidad, para su aplicación de acuerdo a los tratamientos correspondientes. Se utilizó una dosis de 4 litros/ha, para cada tipo de fosfito.

La aplicación de los tratamientos se realizó en las primeras horas de la mañana, para lo cual, se empleó una bomba de mochila manual, de tal forma que se pueda localizar la aplicación de los tratamientos dentro de las unidades experimentales, y se aplique hasta una altura de 1,8 m de altura, cubriendo los tallos, las ramas principales y los frutos que se están formando en estos puntos. Las aplicaciones se realizaron cada 20 días, durante los meses de julio, agosto, setiembre y octubre, realizándose 6 aplicaciones.

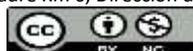
### ***Evaluación de escala de abundancia y porcentaje de incidencia***

Se evaluó las mazorcas sanas y mazorcas afectadas por Moniliasis y Mazorca Negra por planta, en sus diferentes estados de desarrollo. El conteo de las mazorcas sanas y mazorcas afectadas fue registrado en la ficha de evaluación. Estos datos se utilizaron para calcular los porcentajes de incidencia y escala de abundancia de la Moniliasis y la Mazorca Negra. Las evaluaciones se realizaron cada 15 días, generándose 8 evaluaciones.

### ***Diseño estadístico***

Se empleó un Diseño Estadístico Completamente al Azar, con 5 tratamientos y 4 repeticiones por tratamiento, en los cuales, cada repetición estuvo conformada por 12 plantas, haciendo un total de 240 plantas evaluadas.

Los datos se analizaron con el software SPSS, utilizando la prueba de varianza ANOVA y las diferencias entre las medias se determinarán mediante la prueba de promedios de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).





## Resultados y discusión

### *Mazorcas sanas totales*

La tabla 1, muestra los resultados de la prueba de promedios de Tukey, para el total de mazorcas sanas por planta menores de 10 cm y mayores de 10 cm, en los cuales, se demuestra que no existen diferencias significativas entre el testigo y los diferentes tipos de fosfitos aplicados. Al respecto, Salgado (2017) estudió el efecto de inductores de resistencia en campo de cacao, demostrándose que, la aplicación de fosfito de potasio + ácido salicílico logró 177,50 de frutos sanos y la aplicación de fosetil de aluminio logro 169,50, frutos sanos, superando en 36 y 30 % respectivamente al testigo (130,25). Los menores porcentajes de incidencia de frutos enfermos fueron logrados por la aplicación de fosfito de potasio + ácido salicílico (8,38 %) y fosetil de aluminio (9,74 %), en comparación con el testigo (17,78 %), mostrándose además, que el mayor rendimiento fue logrado por el fosfito de potasio + ácido salicílico (1369,46 kg.ha-1) superando en 36 % al testigo (1004,91 kg.ha-1), no concordando con lo obtenido en el presente estudio, en vista que los tratamientos con aplicación de diferentes tipos de fosfitos, no superaron al testigo en cuanto al número de frutos sanos menores de 10 cm y mayores de 10 cm, esto, debido a la acción sinérgica del ácido salicílico más el fosfito de potasio.

**Tabla 1**

Número de mazorcas sanas (M.S.) total por planta menores de 10 cm y mayores de 10 cm.

Trat.	Descripción	Total M.S. menores de 10 cm	Total M.S. mayores de 10 cm
1	Testigo	24,5 a	33 a
2	Fosfito de Calcio	25 a	39,25 a
3	Fosfito de Zinc	21,50 a	36,25 a
4	Fosfito de Cobre	23 a	39,75 a
5	Fosfito de Potasio	33,75 a	40,75 a

\*Letras iguales no son significativamente diferentes.

### *Escala de abundancia y porcentaje de incidencia de Moniliasis total.*

La tabla 2, muestra los resultados de la prueba de promedios de Tukey, para la escala de abundancia total de la Moniliasis por planta en mazorcas menores de 10 cm y mayores de 10 cm, en los cuales, se demuestra que no existen diferencias significativas entre el testigo y los diferentes tipos de fosfitos aplicados. Al respecto, Guamán *et al.* (2022) estudiaron la estrategia de manejo fitosanitario más eficiente en el cacao, para el control de la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa* Stahel), la moniliasis (*Moniliophthora roreri* Cif & Par) y la pudrición negra de la mazorca (*Phytophthora* spp.), combinándose diferentes productos biológicos como *Trichoderma* sp., *Bacillus* sp.; productos





orgánicos como el extracto de algas; inductores de resistencia como el fosfito de potasio y un fertilizante foliar a base de macro y micronutrientes, demostrándose que el tratamiento con *Bacillus* sp. + extracto de algas + fosfito de potasio + abono foliar logró el mejor promedio de kilos cosechados de cacao en una densidad de 1200 plantas/ha, lo cual demuestra que el solo uso de los fosfitos no generará respuestas positivas para el control de *Monilia* y *Mazorca Negra*, siendo necesario combinarlos con otros elementos de control de enfermedades.

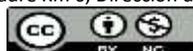
## Tabla 2

*Escala de abundancia (E.A.) y porcentaje de incidencia (% I.) de la Moniliasis por planta en mazorcas menores de 10 cm y mayores de 10 cm.*

Trat.	Descripción	Total E.A. menores de 10 cm	Total E.A. mayores de 10 cm	Total % I. menores de 10 cm	Total % I. mayores de 10 cm
1	Testigo	5 a	3,25 a	16,5 a	7,75 a
2	Fosfito de Calcio	5 a	2 a	16,25 a	5,5 ab
3	Fosfito de Zinc	3,5 a	2,25 a	16 a	6 ab
4	Fosfito de Cobre	4,25 a	2,25 a	17,75 a	5,25 ab
5	Fosfito de Potasio	5,5 a	1,75 a	17,5 a	3,75 b

\*Letras iguales no son significativamente diferentes.

La tabla 2, muestra los resultados de la prueba de promedios de Tukey, para el porcentaje de incidencia total de la Moniliasis por planta en mazorcas menores de 10 cm y mayores de 10 cm, en los cuales, no existen diferencias significativas en mazorcas menores de 10 cm, pero si existen diferencias significativas en mazorcas mayores de 10 cm, observándose que el testigo mostro el más alto porcentaje de incidencia de la Moniliasis, seguido de los tratamientos con fosfito de calcio, zinc y cobre, siendo el tratamiento con fosfito de potasio el que mostro el menor porcentaje de incidencia de la Moniliasis. Al respecto, Herrera (2021) evaluó el efecto del Fosfito de Potasio en híbridos de maíz sobre el comportamiento agronómico y rendimiento, demostrándose que, la aplicación de fosfito logró el mayor rendimiento de maíz con 6861,87 kg/ha; asimismo, la mayor relación beneficio/costo se presentó en el tratamiento con fosfito. Gómez y Reis (2011) afirman que el fosfito de potasio puede utilizarse para reducir la incidencia y severidad de *Plasmopara viticola* en vid, indicando además que, los fosfitos de potasio, calcio o magnesio, minimizan la virulencia de la “podredumbre del pie” causada por *Phytophthora palmivora* en papaya, siendo la pulverización la forma más adecuada de aplicación, lo cual concuerda con los resultados del porcentaje de incidencia total de la Moniliasis en mazorcas





mayores de 10 cm, en los cuales, el menor porcentaje de incidencia lo mostró la aplicación de Fosfito de Potasio

### ***Escala de abundancia y porcentaje de incidencia de Mazorca Negra total.***

La tabla 3, muestra los resultados de la prueba de promedios de Tukey, para la escala de abundancia total de Mazorca Negra por planta en mazorcas menores de 10 cm y mayores de 10 cm, en los cuales, se demuestra que, para las mazorcas menores de 10 cm, no se observaron mazorcas afectadas en ninguno de los tratamientos estudiados, y para las mazorcas mayores de 10 cm, se determinó que no existen diferencias significativas entre el testigo y los diferentes tipos de fosfitos aplicados. Al respecto, Rodríguez *et al.* (2021) estudio la eficacia de la remoción de mazorcas enfermas y la aplicación de fungicidas y un elicitor de resistencia contra *Phytophthora palmivora*, en el clon CCN51, determinándose que, la remoción de mazorcas afectadas es la base del manejo de *P. palmivora* en clones susceptibles, logrando una reducción del 43,13 % de la incidencia, observándose adicionalmente, el efecto aditivo que muestra la aplicación de las moléculas químicas, la cual no es suficiente para reducir la producción de inoculo infectivo en la misma proporción que lo hace la remoción semanal de mazorcas enfermas, lo cual concuerda con los resultados obtenidos, en los cuales se evidencia que la sola aplicación de los fosfitos no es suficiente para obtener respuestas de control de la Mazorca Negra.

La tabla 3, muestra los resultados de la prueba de promedios de Tukey, para el porcentaje de incidencia total de Mazorca Negra por planta en mazorcas menores de 10 cm y mayores de 10 cm, en los cuales, no existen presencia de mazorcas menores de 10 cm afectadas con Mazorca Negra, pero si existen diferencias significativas en mazorcas mayores de 10 cm, observándose que el tratamiento con Fosfito de Calcio mostro el más alto porcentaje de incidencia de Mazorca Negra, siendo el tratamiento con Fosfito de Cobre el que mostro el menor porcentaje de incidencia en mazorcas mayores de 10 cm. Al respecto, Gutiérrez (2014) evaluó el efecto del ácido fosforoso en la recuperación de árboles de aguacate "Hass" con síntomas iniciales, intermedios y avanzados de tristeza (*Phytophthora cinnamomi* Rands) observándose que uno de los árboles con síntomas avanzados murió, y el resto, incluyendo los árboles con síntomas iniciales e intermedios mantuvo su nivel de síntomas durante los 8 meses después de la aplicación. Yañez *et al.* (2017) indica que los organismos fitoparásitos como protozoarios, Oomycetes, hongos, bacterias y nematodos pueden ser controlados alternativamente pos los fosfitos; no obstante, los fosfitos son menos eficientes para disminuir el daño generado por estos patógenos de plantas, comparados con los fungicidas convencionales, lo cual se puede observar en los resultados obtenidos en el presente estudio, sin embargo, se demuestra la eficiencia del Fosfito de Cobre para el caso de *Phytophthora palmivora*, siendo un Oomiceto sensible al cobre, en mazorcas mayores de 10 cm.





**Tabla 3**

Escala de abundancia total (E.A.) y porcentaje de incidencia (% I.) de Mazorca Negra por planta en mazorcas menores de 10 cm y mayores de 10 cm.

Trat.	Descripción	Total E.A. menores de 10 cm	Total E.A. mayores de 10 cm	Total % I. menores de 10 cm	Total % I. mayores de 10 cm
1	Testigo	0	1,5 a	0	5,5 ab
2	Fosfito de Calcio	0	2 a	0	5,75 a
3	Fosfito de Zinc	0	1,75 a	0	4,5 ab
4	Fosfito de Cobre	0	1,25 a	0	3,5 b
5	Fosfito de Potasio	0	1,5 a	0	3,75 ab

\*Letras iguales no son significativamente diferentes.

### Conclusiones

- Para la escala de abundancia y porcentaje de incidencia de *M. royeri* en mazorcas menores de 10 cm y mayores de 10 cm, no se observaron diferencias significativas entre las aplicaciones de fosfitos y el testigo. Sin embargo, la aplicación del fosfito de potasio generó el menor porcentaje de incidencia total de *M. royeri* en mazorcas mayores de 10 cm.
- Para la escala de abundancia y porcentaje de incidencia de *P. palmivora* en mazorcas menores de 10 cm, fue de cero, y en mazorcas mayores de 10 cm, no se observaron diferencias significativas entre las aplicaciones de fosfitos y el testigo. Sin embargo, la aplicación del fosfito de cobre generó el menor porcentaje de incidencia total de *P. palmivora* en mazorcas mayores de 10 cm.

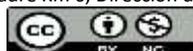
### Referencias bibliográficas

- Ávila, F., Faquin, V., Lopes, J., Marques, D., Ribeiro, M., da Silva, A., Ramos, S. and Pereira, D., (2011). Phosphite supply affects phosphorus nutrition and biochemical responses in maize plants. *Australian Journal of Crop Science* 5 (6): 646-653.
- FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola). (2003). Identificación y control de la moniliasis del cacao. Cortés, Honduras. 24 p.
- Gómez Merino, F. y Trejo-Téllez, L. I. (2015). Biostimulant activity of phosphite in horticulturae. *Review. Scientia Horticulturae* 196 (2015) 82-90



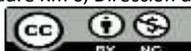


- Gómez, D. E., & Reis, E. M. (2011). Inductores abióticos de resistencia contra fitopatógenos. *Química viva*, 10(1), 6-17. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/863/86317320003.pdf>
- Guest, D. (2007). Black pod: diverse pathogens with a global impact on cocoa yield. *Phytopathology* 97:1650.1653.
- Gutiérrez Chacón, F. (2014). Dinámica de la concentración de fosfitos en árboles de aguacate (*Persea americana* Mill) atacados por *Phytophthora cinnamomi* Rands. Tesis para optar el grado de Maestro en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Texcoco, México. Disponible en: <http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/handle/10521/2496>
- Guamán Villa, M. A., Jaramillo Aguilar, E. E., & Bernal Morales, J. F. (2022). Control biológico de la mazorca negra (*Phytophthora palmivora* L.) en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 5(3), 149-154. Disponible en: <http://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/539>
- Hebbar, P. (2007). Cacao diseases: A global perspective from an industry point view. *Phytopathology* 97:1658-1663.
- Herrera Almea, J. J. (2021). *Estudio de la aplicación de fosfito de potasio en híbridos de maíz Zea mays, en la parroquia Sabanilla, cantón Pedro Carbo*. Bachelor's tesis. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Guayaquil.
- ICCO (International Cocoa Organization). (2010). Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics. Disponible en: url: <http://www.icco.org>.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). (2006). Protocolo estandarizado de oferta tecnológica para el cultivo del cacao en el Perú / IICA. Lima, Perú. 73 p.
- Jaimes Suárez, Y., Aranzazu Hernández, F. (2010). Manejo de las enfermedades del cacao (*Theobroma cacao* L.) en Colombia, con énfasis en *Monilia* (*Moniliophthora roreri*). Editorial Produmedios. Corpoica. 2010. 90 p. [https://www.fedecacao.com.co/site/images/recourses/pub\\_doctecnicos/fedecacao-pub-doc\\_04A.pdf](https://www.fedecacao.com.co/site/images/recourses/pub_doctecnicos/fedecacao-pub-doc_04A.pdf)
- Judelson, H., Blanco, F. (2005). The spores of *Phytophthora*: weapons of the plant destroyer. *Nature Reviews Microbiology* 3:47-58.





- 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 p.
- MINAG (Ministerio de Agricultura). (2010). Producción de cacao en el Perú. Consultado 20 Octubre 2014 Disponible en <http://www.minag.gob.pe/DGPA/Cadenas/Cultivos/Cacao/Estad>
- Payeras, A. (2008). Fosfitos potásicos. Disponible en <http://www.bonsaimenorca.com/index.-php/2008022750/Fosfito-Potasico.html>.
- PDA (Proyecto de desarrollo Alternativo). (2010). Boletín N° 06: Cultivo de cacao: injertos, poda y fertilización. Proyecto de desarrollo Alternativo –Perú.
- Phillips Mora, W. (2006). La moniliasis del cacao: un enemigo que podemos y debemos vencer. En: Taller regional andino de aplicación tecnológica en el cultivo de cacao. Quevedo, Ecuador. p. 21-25.
- Phillips Mora, W. y Cerda Bustillos, R. (2011). Catálogo: Enfermedades del cacao en Centroamérica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) Turrialba, Costa Rica, 2011. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/H20-10877.PDF>
- Pokou, N., Goran, J., Kébe, I., Eskes, A., Tahi, M., Sangaré, A. (2008). Levels of resistance to *Phytophthora* pod rot in cocoa accessions selected on-farm in Côte d'Ivoire. Crop Protection 27:302-309.
- Rodríguez Polanco, E., Parra Alferes, E. B., Bermeo Fuquene, P. A., Segura Amaya, J. D., & Rodríguez Polanco, L. A. (2021). Manejo de la pudrición parda de la mazorca (*Phytophthora palmivora*) en cacao por aplicación conjunta de prácticas culturales y químicas. *Revista Facultad De Ciencias Básicas*, 16(1), 79–94. <https://doi.org/10.18359/rfcb.4887>
- Rodríguez Neave, F. (2017). El fosfito: Frontera entre la nutrición de cultivos y el control de plagas y enfermedades. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco de Mora, México.
- Salgado Veramendi, N. (2017). Evaluación de inductores de resistencia para el control de enfermedades fungosas del cacao (*Theobroma cacao* L.) clon CCN-51. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria De La Selva. Facultad De Agronomía. Disponible en: [http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1418/SVN\\_2017.pdf?sequence=2&isAllowed=y](http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1418/SVN_2017.pdf?sequence=2&isAllowed=y)





---

SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú). (2021). Climas Del Perú – Mapa de Clasificación Climática Nacional. Red Activa Soluciones Gráficas S.A.C. Primera edición: agosto de 2021. Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2021-09410 | ISBN: 978-612-48315-3-9.

Thao, H. and Yamakawa, T. (2009). Phosphite (phosphorous acid): Fungicide, fertilizer o biostimulator? Review. *Soil Science and Plant Nutrition* (2009) 55, 228-234.

Walker, C., Van West, P. (2007). Zoospore development in the oomycetes. *Fungal Biology Reviews* 21:10-18.

Yáñez Juárez. M.G., López Orona, C.A., Ayala Tafoya, F., Partida Ruvalcaba, L., Velázquez Alcaraz, T.J., Medina López, R. (2017). Phosphites as alternative for the management of phytopathological problems. *Revista Mexicana de Fitopatología* 36(1): 79-94. DOI: 10.18781/R.MEX.FIT.1710-7

