

FUNGICIDAS CÚPRICOS EN EL CULTIVO DE AGUACATE

Lemus-Soriano, Braulio Alberto¹; Venegas-González, Eulalio¹; Zamora-Landa, Ángel Ignacio¹; Alejandre-Ahumada, Tomás²

¹Facultad de Agrobiología “Presidente Juárez”, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Paseo Lázaro Cárdenas esq. Berlín s/n, Col. Viveros, C.P. 60170. Uruapan, Michoacán, México. Correo-e: alberto.lemus@umich.mx

²Albaugh México S de RL de CV. Av. Patria No. 2085 Piso M, Fracc. Puerta de Hierro, C.P. 45116. Zapopan, Jalisco, México.

Resumen

Los cobres son los fungicidas de mayor uso para el control de la antracnosis y roña. Existen varias formulaciones en el mercado lo que implica diferentes concentraciones, lo cual repercute en su efectividad y se desconoce su bioacumulación. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de control diferentes fungicidas cúpricos convencionales y de alta biodisponibilidad sobre la antracnosis y la roña, así como determinar su bioacumulación en el fruto de aguacate. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar de ocho tratamientos y cuatro repeticiones. Las variables respuesta fueron: la incidencia de las enfermedades y la bioacumulación de cobre sobre fruto. Los fungicidas cúpricos de alta biodisponibilidad presentaron la menor bioacumulación en frutos, así como en la incidencia de antracnosis junto con el caldo bordelés; mientras en la incidencia de roña fueron estadísticamente iguales a los cobres convencionales.

Palabras clave: *Persea americana* Mill., Antracnosis, Roña, Control, Bioacumulación.

COPPER FUNGICIDES IN THE AVOCADO CULTIVATION

Abstract

Coppers are the fungicides of greatest use for the control of anthracnose and avocado scab. There are several formulations on the market which involves different concentrations, which affects its effectiveness and its bioaccumulation is unknown. The objective of the study was to evaluate the control effect of different conventional and highly bioavailable copper fungicides on anthracnose and avocado scab, as well as to determine their bioaccumulation in the avocado fruit. We used an experimental design of random complete blocks of eight treatments and four repetitions. The response variables were: The incidence of diseases and the bioaccumulation of copper on fruit. The copper fungicides of high bioavailability presented the lowest bioaccumulation in fruits, as well as in the incidence of anthracnose together with the Bordeaux mixture, while in the incidence of avocado scab they were statistically equal to conventional coppers.

Key words: *Persea americana* Mill., Anthracnose, Avocado scab, Control, Bioaccumulation.

Introducción

México es reconocido a nivel mundial como el principal productor de aguacate, con más de dos millones de toneladas anuales. Más del 76 por ciento se cosecha en Michoacán, seguido de Jalisco, con 9.2, y el Estado de México, con 4.5 por ciento de la producción nacional (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020). De lo anterior más de un millón de toneladas se exportan a 34 países, siendo Estados Unidos el principal destino, seguido de Canadá, Japón, Francia, El

Salvador, España, Honduras, Holanda, China, Corea del Sur, entre otros (Asociación de Productores y Empacadores de Aguacate de México, 2021).

Debido a lo anterior, las enfermedades de fruto se vuelven importantes ya que afectan su calidad, la vida de anaquel y el valor comercial (Herrera-González et al. 2017). En el cultivo de aguacate en México, las enfermedades causadas por los hongos *Colletotrichum* spp. y *Sphaceloma perseae* son las que principalmente afectan la calidad de fruto e incrementan los costos de producción (Ochoa-Ascencio, 2011); para su control se usan diferentes moléculas químicas y biológicas; sin embargo, los compuestos a base de cobre son los de mayor uso.

El primer compuesto antimicrobiano a base de cobre utilizado en la agricultura fue el caldo bordelés (mezcla sulfato de cobre pentahidratado e hidróxido de calcio; Lamichhane et al., 2018). Desde entonces el cobre es uno de los fungicidas más ampliamente utilizado para el control de enfermedades de las plantas en el mundo. Sin embargo, la Unión Europea introdujo la legislación que limita el uso de compuestos cúpricos por el reglamento no. 473/2002 (Anónimo, 2002). El límite planteado en la cantidad total de cobre comenzó desde 2000 en Europa con el estándar básico de la Federación Internacional de Agricultura Orgánica, además de la Unión Europea el uso de cobres en la agricultura ecológica es restringido en muchos otros países (Van Zwieten et al., 2004). Motivo por el cual se realizó el presente estudio con el objetivo de evaluar el efecto de control diferentes fuentes de cobre sobre la antracnosis y la roña, así como su bioacumulación en el fruto de aguacate.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó en el huerto llamado “Tzompexo” con árboles de aguacate cv. Hass de 10 años, ubicado en el municipio de Uruapan, Michoacán, durante el 2018. Para la evaluación se estableció un diseño de bloques completos al azar de ocho tratamientos y cuatro repeticiones para comparar el efecto de diferentes fungicidas cúpricos (convencionales y de alta biodisponibilidad) en sus diferentes concentraciones comerciales para el control de la roña (*Sphaceloma perseae*) y la antracnosis (*Colletotrichum* spp.) en precosecha, así como determinar su bioacumulación en fruto (Cuadro 1). Los fungicidas que conforman los tratamientos E y G se alternaron mensualmente en las aplicaciones.

La unidad experimental fue un árbol de aguacate cv. Hass. Se realizaron nueve aplicaciones mensuales iniciando desde fruto tamaño cerillo hasta antes de la cosecha. Las aplicaciones

fueron foliares con un aspersor de motor Hyundai® de 25 L con lanza tipo pistola de alta presión con boquilla de cono hueco.

La variable respuesta fue el porcentaje de incidencia de roña y antracnosis, para lo cual se realizó un muestreo visual aleatorio de 20 frutos por árbol a los 21 días después de la última aplicación. Se utilizó la ecuación; Porcentaje de incidencia de la enfermedad = (número de frutos con daño / total de frutos muestreados) x 100.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados para el control de enfermedades y bioacumulación en fruto de aguacate 'Hass'.

Tratamiento	Ingrediente activo	Dosis de P.F./ha ^z
A. BLUE SHIELD® 20DF	Hidróxido de cobre (30.77 %)	3 kg
B. COPper GREEN® DF	Oxicloruro de cobre (42.36 %)	3 kg
C. MOSQUETERO® DF	Cloruro de calcio tribásico de cobre (29.6 %)	6 kg
D. Óxido cuproso	Óxido cuproso (84.44 %)	3 kg
E. Oxicloruro de cobre, hidróxido de cobre, sulfato tribásico de cobre	Oxicloruro de cobre (85.0 %), hidróxido de cobre (77.0 %), sulfato tribásico de cobre (92.60 %)	6 kg
F. Caldo bordelés	Sulfato de cobre pentahidratado (25.20) + hidróxido de calcio	20 kg
G. BLUE SHIELD® 20DF, COPper GREEN® DF y MOSQUETERO® DF	Hidróxido de cobre (30.77 %), oxicloruro de cobre (42.36 %), cloruro de calcio tribásico de cobre (29.6 %)	3 kg, 3 kg, 6 kg
H. Testigo absoluto	Agua	---

^z Volumen estimado por ha de 2000 L de agua.

Para determinar la bioacumulación se tomaron muestras aleatorias de frutos en tres fechas por cada unidad experimental de los tratamientos según el diámetro de fruto: esfera, madurez y el último al momento de la cosecha de acuerdo con las especificaciones del Manual técnico de muestreo de productos agrícolas para determinación de residuos de plaguicidas (SENASICA, 2012) y posteriormente fueron enviadas a un laboratorio autorizado por el Centro Nacional de Referencia de Plaguicidas y Contaminantes para el análisis en exocarpio, mesocarpio y semilla. Los resultados obtenidos de la incidencia se sometieron a un análisis de varianza y prueba de separación de medias de Tukey $\alpha=0.05$ con el paquete estadístico SAS V9.3 (SAS, 2010). Los

datos fueron transformados en valores de raíz cuadrada de arco seno para la normalización de las varianzas antes del análisis.

Resultados y Discusión

La incidencia de roña mostró diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) resultando con el menor porcentaje (< 9 %) los tratamientos de COPper GREEN® DF, MOSQUETERO® DF, las rotaciones de BLUE SHIELD® 20DF, COPper GREEN® DF y MOSQUETERO® DF y el caldo bordelés. Para la antracnosis se presentaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos evaluados, siendo estadísticamente iguales entre sí todas las formulaciones de cobre con un porcentaje < 40 % mientras el testigo absoluto obtuvo un 68.75 % (Cuadro 2).

Cuadro 2. Medias del porcentaje de incidencia de la antracnosis y roña en frutos de aguacate 'Hass'.

Tratamiento	Incidencia de antracnosis (%)	Incidencia de roña (%)
A. BLUE SHIELD® 20DF	7.50 b ^z	31.25 b
B. COPper GREEN® DF	6.25 b	20.00 b
C. MOSQUETERO® DF	2.50 ab	22.50 b
D. Oxido cuproso	10.00 b	38.75 ab
E. Oxicloruro de cobre, hidróxido de cobre, sulfato tribásico de cobre	15.00 ab	35.00 ab
F. Caldo bordelés	6.25 b	21.25 b
G. BLUE SHIELD® 20DF, COPper GREEN® DF y MOSQUETERO® DF	8.75 b	30.00 b
H. Testigo absoluto	31.25 a	68.75 a

La cantidad de cobre (ppm = partes por millón) en fruto dependió de la parte de fruto analizada. Las menores concentraciones de cobre en exocarpio fueron los tratamientos con MOSQUETERO® DF y las rotaciones de BLUE SHIELD® 20DF, COPper GREEN® DF y MOSQUETERO® DF; en mesocarpio COPper GREEN® DF y las rotaciones de BLUE SHIELD® 20DF, COPper GREEN® DF y MOSQUETERO® DF; mientras que para la semilla MOSQUETERO® DF y el óxido cuproso (Cuadro 3).

Cuadro 3. Promedios de la bioacumulación de cobre en fruto de aguacate 'Hass'.

Tratamiento	Exocarpio (ppm)	Mesocarpio (ppm)	Semilla (ppm)
A. BLUE SHIELD® 20DF	190.3	17.50	35.12
B. COPper GREEN® DF	191.4	13.45	33.60
C. MOSQUETERO® DF	175.8	17.46	31.98
D. Óxido cuproso	635.2	23.33	31.07
E. Oxiclورو de cobre, hidróxido de cobre, sulfato tribásico de cobre	660.0	22.53	47.60
F. Caldo bordelés	736.0	22.90	41.20
G. BLUE SHIELD® 20DF, COPPER GREEN® DF y MOSQUETERO® DF	178.7	15.66	37.38

Conclusiones

Los cobres con tecnología de alta biodisponibilidad BLUE SHIELD® 20DF, COPper GREEN® DF y MOSQUETERO® DF presentaron niveles de control similares a los cobres convencionales en la roña, pero en la antracnosis presentaron la menor incidencia de frutos con daño junto con el caldo bordelés; mientras en la bioacumulación de cobre en fruto presentaron las menores concentraciones.

Literatura Citada

- Anónimo. 2002. Commission Regulation (EC) No473/2002. Off. Eur. Communities. Consultado en <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32002R0473>
- Asociación de Productores y Empacadores de Aguacate de México. 2021. Consultado en <http://www.apeamac.com/apeam-recibe-reconocimiento-como-exportador-2/>
- Herrera-González, J. A., J. E. Zapien-Ramos, M. Y. Vite-Hernández, y E. Mercado-Silva. 2017. Aplicaciones de fungicidas en precosecha que controlan enfermedades postcosecha de aguacate 'Hass' en Michoacán. pp. 126-134. In: Salazar-García, S. y A. F. Barrientos-Priego (Eds.). Memorias del V Congreso Latinoamericano del Aguacate. 04-07 de septiembre de 2017. Ciudad Guzmán, Jalisco, México.
- Lamichhane, J. R., E. Osdaghi, F. Behlau, J. Köhl, J. B. Jones, and J-N. Aubertot. 2018. Thirteen decades of antimicrobial copper compounds applied in agriculture. A review. Agron. Sustain. Dev. 38:28. <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0503-9>
- Ochoa-Ascencio, S. 2011. Enfermedades del aguacate de importancia económica en México. pp. 1-35. In: Espíndola-Barquera, M. de la C. y B. Rogel-González (Eds.). Memoria del XXIV Curso de Actualización Frutícola. 12-14 de octubre de 2011. Coatepec Harinas, Estado de México, México.
- SAS. 2010. User's Guide: statistics (versión 9.3 ed.). SAS Inst. Cary, USA.



Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. 2020. Consultado en <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/productores-de-pequena-escala-los-principales-exportadores-de-aguacate-a-estados-unidos-agricultura#:~:text=Cifras%20de%20APEAM%20destacan%20que%20durante%20los%20%C3%BAltimos,m%C3%A1s%20de%20dos%20millones%20184%20mil%20toneladas%20anuales>.

SENASICA. 2012. Manual Técnico de Muestreo de Plaguicidas Agrícolas para Determinación de Residuos de Plaguicidas. SAGARPA, SENASICA. 15 p.

Van Zwieten, L., J. Rust, T. Kingston, G. Merrington, and S. Morris. 2004. Influence of copper fungicide residues on occurrence of earthworms in avocado orchard soils. *Sci. Total Environ.* 15:329(1-3):29-41.