



Pulverización para suprimir la roya del café (*Hemileia vastatrix*) en Hawai

Andrea M. Kawabata¹, Rosemary Gutierrez-Coarite¹, y Stuart T. Nakamoto²

¹Departamento de Ciencias de Plantas y Suelos Tropicales

²Departamento de Nutrición Humana, Ciencias de la Alimentación y Animales
Facultad de Agricultura Tropical y Recursos Humanos

La roya del café (CLR), *Hemileia vastatrix*, fue identificada en Hawai. Esta enfermedad del café provoca defoliación, reducción del tamaño de los granos, muerte de ramas y árboles. Las infecciones suelen comenzar en la parte inferior del árbol antes de llegar a las hojas superiores.

Los primeros síntomas son pequeñas manchas de color amarillo pálido en la superficie superior de las hojas (Fig. 1A). En el envés de las hojas, las esporas infecciosas aparecen como una mancha de polvo de color amarillo a naranja oscuro (Fig. 1B, Fig. 2). Estas manchas jóvenes aumentan de tamaño constantemente y el centro de las manchas se vuelven necróticos y marrón [1]. La infección de tallos y granos es poco común, pero CLR también puede afectar a los almacigos.

¿Por qué rociar para eliminar la roya del café?

Durante un período de tres a cinco meses, una mancha de CLR puede producir más de 400.000 esporas que se transmiten por el aire y se propagan fácilmente por toda la finca y entre fincas.



Figura 1: Roya de la hoja del café en la superficie superior de la hoja (arriba) y en la superficie inferior de la hoja (abajo) del café.

Si no se trata, la producción de granos y la pérdida de follaje causada por CLR en variedades de café no resistentes pueden ser significativas, oscilando entre el 30% y el 80% [4,5]. El rendimiento se pierde por completo cuando muere el árbol.

La susceptibilidad de las plantas al ataque de CLR aumenta con el rendimiento de los granos y la densidad de hospedantes [4]. El saneamiento del campo, la poda adecuada, la fertilidad, el monitoreo de CLR y la detección temprana son claves para reducir esta amenaza patógena para la salud y la producción de los árboles.

Cuando se aplican correctamente, y a una tasa de infección <5% (menor al 5%) del follaje total de la finca, los fungicidas de contacto pueden ser útiles para proteger a los cafetos de la gravedad inicial y del aumento de la enfermedad [10]. Si bien los productores de café de Hawai disponen de fungicidas de contacto, actualmente no existen fungicidas sistémicos aprobados para su uso en Hawai. La eliminación física, la contención y la destrucción de hojas y ramas que presentan manchas causadas por CLR pueden ayudar a reducir

Soportes, p. Ej. [2], corresponden a citas bibliográficas que se encuentran en la sección de Literatura Citada. Se espera que esta publicación evolucione a medida que se aprenda más sobre la roya del café en Hawai.



Figura 2: Foto cercana de las esporas de la roya del café en forma de polvo en la parte inferior de una hoja de café.

el inóculo y la infección de CLR [2].

Sólo los fungicidas de contacto han sido disponibles para los productores de café en Hawai; sin embargo, el 19 de mayo de 2021, el fungicida Priaxor® Xemium® Brand Fungicide, que es un fungicida translaminar (sistémico localizado), fue aprobado para su uso en café en Hawai'i bajo una Exención de Emergencia de la Sección 18 de la Agencia de Protección Ambiental. La información sobre este producto no se incluye en esta publicación. Comuníquese con su agente de café en todo el estado para obtener información sobre Priaxor Xemium y sus requisitos e instrucciones de uso en la Sección 18. Consulte la página 4 para obtener detalles de contacto.

Actualmente no se dispone de otros fungicidas sistémicos para que los productores de Hawai usen para controlar el CLR en el café. Este documento proporciona sugerencias para los productores sobre el uso de fungicidas para la supresión de CLR en fincas y el uso

de fungicidas para reducir la severidad del establecimiento del patógeno. Se necesita especial atención para el manejo de resistencia a pesticidas de los fungicidas con rotación de productos y su uso adecuado. Información adicional sobre CLR puede ser encontrada en www.HawaiiCoffeeEd.com/CLR.

La Tabla 1 proporciona una lista de fungicidas aprobados por el Departamento de Agricultura de Hawai para el uso en café en Hawai y CLR es mencionada en la etiqueta. Aunque existen otros fungicidas aprobados para su uso en Hawái, a no ser que café esté incluido en la etiqueta, no se deben usar estos productos en su cultivo de café. El incumplimiento de las regulaciones de pesticidas podría resultar en acciones legales y multas por parte de las autoridades reguladoras.

Sugerencias para aplicaciones de pulverización preventivas y de supresión

LA ETIQUETA ES LA LEY. LEA Y SIGA LA ETIQUETA DE LOS PRODUCTOS PARA TODOS LOS PESTICIDAS.

SE RECOMIENDA ALTAMENTE LA ROTACIÓN DEL PRODUCTO PARA REDUCIR EL RIESGO DE RESISTENCIA A PESTICIDAS POR LA ROYA DELCAFÉ Y OTRAS ENFERMEDADES.

Equipo de Protección Personal (EPP):

- Siga la etiqueta para el uso adecuado de EPP.
 - o Se debe considerar el uso de EPP desechables.

Tipo de pulverizador:

- Según los expertos del CIRAD, un centro de investigación agrícola francés, los pulverizadores motorizados no deberían utilizarse para los tratamientos iniciales de CLR para contener esporas [3].
 - o Las esporas pueden transportarse por el aire y propagarse si se usa un rociador de alta presión.
 - o Reduzca la presión del rociador o cambie la boquilla para crear gotas más grandes según sea necesario.
- La cantidad de agua por acre dependerá de la calibración de la pulverización individual para sus árboles y finca.

- o Calibre su pulverizador siguiendo los ejemplos e instrucciones de publicaciones para la calibración del pulverizador [7,8,9].

Dónde y qué rociar:

- Rocíe todo el cafeto con énfasis en la parte inferior y superior de las hojas.
 - o Una espora de CLR produce tubos germinales (germinaciones) que ingresan a la planta a través de los estomas, que se encuentran en la parte inferior de las hojas [5].
- Rocíe todas las plantas de café que están en producción, los que no están produciendo y los almacigos.
 - o Es importante una buena cobertura de rociado.
 - o Puede ser necesario caminar a un ritmo más lento y aplicar un rociado completo para lograr una cobertura completa del follaje de los árboles y las superficies de las hojas.
- Consulte la etiqueta sobre la fumigación intencional al suelo.
 - o El saneamiento del campo y la detección temprana de CLR es importante.
 - o El micelio de CLR requiere un tejido o célula viva del huésped para permanecer vivo; sin embargo, sus urediniosporas pueden sobrevivir unas seis semanas y durante períodos secos [1].
- Reducir el desarrollo de resistencia de pesticidas a los productos mencionados en la Tabla 1.
 - o Será más difícil controlar enfermedades con resistencia a fungicidas aprobados.
 - o Alternar y rotar el uso de fungicidas en diferentes grupos FRAC como se enumera en la Tabla 1.
 - Esto generalmente se aplica al uso de todos los pesticidas a menos que se indique en la etiqueta.
 - o Por ejemplo, si utiliza un producto azul como Serenade ASO (FRAC Group 44) para su primera aplicación, utilice un producto amarillo como Kocide 3000 (FRAC Group M1) para su próxima aplicación. Luego, vuelva a Serenade o gire a un grupo FRAC diferente. Evite usar el producto del mismo color en aplicaciones consecutivas.
 - o Si su finca está certificada como orgánica, un ejemplo de rotación es usar un producto rosa como DoubleNickel LC, luego a continuación use un producto amarillo como Badge X2. Luego, vuelva a DoubleNickel LC o cambie a un producto azul.

Nuevamente, evite usar el mismo color de producto en aplicaciones consecutivas.

Cuándo rociar:

- Evite rociar durante la lluvia, la sequía y con altas temperaturas, si es posible.
- Siga la etiqueta del producto para conocer la frecuencia de aplicación.

Otras adiciones al fungicida:

- Consulte la etiqueta del producto antes de mezclar y combinar con otros productos el fungicida.
 - o Algunos productos pesticidas no son compatibles con ciertos aditivos como los que se indican a continuación.
 - o Si la mezcla de productos causa fitotoxicidad (hojas, flores y/o granos se secan) en los cafetos, suspenda las aplicaciones inmediatamente.
- Adherente / esparcidor
 - o Los adhesivos ayudan a que el producto se adhiera a la superficie y permanezca en la planta después de la aplicación.
 - o Los esparcidores y adyuvantes ayudan con la dispersión y cobertura al reducir tensión superficial del agua y permitiendo que las gotas se extiendan y cubran más área de superficie en hojas, ramas, granos, etc.
 - o Un esparcidor podría mejorar la cobertura del rociado.
 - o Si anticipa lluvia, un adherente y un esparcidor podrían mejorar la adherencia y cobertura del rociado.
- Abonos foliares
 - o Consulte las etiquetas de los fertilizantes foliares y fungicidas.
- Productos aprobados de *Beauveria bassiana*
 - o Revise la etiqueta del producto y la tabla de compatibilidad de BioWorks BotaniGard®.
 - o <https://www.HawaiiCoffeeEd.com/bbcompatibility.html>
 - o De acuerdo con el enlace anterior, no se realizaron pruebas para evaluar el impacto en la integridad del producto asociado o para la fitotoxicidad de la planta.

Pulverización para controlar la antracnosis (*Colletotrichum* sp.), la mancha foliar por cercospora y la mancha de las bayas (*Cercospora coffeicola*) [5] en café, como también CLR:

- La fumigación para controlar *Colletotrichum* sp., otra enfermedad fúngica del café en Hawái, puede requerir dosis más altas de lo necesario que para el CLR. Consulte la etiqueta del producto.
- Realice pruebas anuales o bi-anuales de [tejido foliar y muestras de suelo](#) para determinar y prevenir la toxicidad de las plantas y el suelo al aplicar productos a base de cobre y otros.

Otras consideraciones importantes:

- Mantener un registro adecuado del uso de los pesticidas.
- Intervalo de reentrada a la finca (REI) después de una aplicación por pulverización.
 - o Siga el REI requerido, prestando especial atención a los recolectores y cuándo ingresarán al campo para la cosecha.
 - o Además, siga las restricciones con respecto a la aplicación antes de la cosecha. Por lo general, en la etiqueta se hace referencia a esto como el intervalo previo a la cosecha o PHI.
- pH de la solución de pulverización.
 - o Las etiquetas pueden tener advertencias de fitotoxicidad con pH bajo (o alto) de la solución de pulverización.
- Mínimas y máximas dosis por aplicación.
 - o Siga la dosis de la etiqueta. El mal uso de un producto puede causar resistencia a los pesticidas por parte de la plaga o enfermedad y pérdidas adicionales si las aplicaciones de aspersión no son efectivas.
 - o El uso excesivo de un producto puede causar toxicidades y peligros para las plantas, el suelo y el medio ambiente, es una violación del uso del producto y aumenta los costos para el productor.
- Máximo de aplicaciones por año o temporada.
 - o Siga las instrucciones de la etiqueta.
 - o Nuevamente, el uso excesivo de un producto puede causar toxicidades y peligros para las plantas, el suelo y el medio ambiente, es una violación del uso del producto y aumenta los costos para el productor.

SIEMPRE LEA Y SIGA LAS INSTRUCCIONES DE LA ETIQUETA DEL PRODUCTO PESTICIDA.

Si usted tiene preguntas, comuníquese con su Cooperativa de Extensión local o agente de café en todo el estado, Andrea Kawabata, a andreak@hawaii.edu. Los textos y las fotos se pueden enviar al (415) 604-1511.

Agradecimientos:

Los autores agradecen enormemente las revisiones de esta publicación por la Dra. Lisa Keith del Servicio de Investigación Agrícola del USDA, el Centro de Investigación Agrícola de la Cuenca del Pacífico Daniel K. Inouye, Suzanne Shriner del Consejo Agrícola Sinérgico de Hawai y el Departamento de Agricultura de Hawai. Nuestro agradecimiento a Peter Carvalho (Figuras 1A y 1B) y Robert Shaffer (Figura 2) quienes proporcionaron fotos de la roya del café para esta publicación.

La información proporcionada en esta publicación fue desarrollada en parte con el apoyo proporcionado por el Instituto Nacional de Alimentos y Agricultura del USDA Hatch y los fondos Smith-Lever administrados por la Facultad de Agricultura Tropical y Recursos Humanos de la Universidad de Hawai en Manoa, del Departamento de Agricultura de Hawai, Fundación para la Investigación Agrícola y Alimentaria, Centro de Educación de Gestión de Riesgos de Extensión Occidental, Asociación de Café de Hawai, Asociación de Café de Maui, Asociación de Productores de Café de Hawai y Cooperativa de Productores Unidos de Kau.

Descargo de responsabilidad:

Las opiniones o recomendaciones son las del autor (es) y no reflejan necesariamente los puntos de vista de sus empleadores o agencias de financiación. La mención de una marca comercial o nombre de propiedad no constituye un respaldo, garante o garantía, y no implica recomendación para la exclusión de otros productos adecuados.

Literatura citada:

1. Arneson, P.A. 2011. "Coffee rust". *The Plant Health Instructor*. DOI: 10.1094/PHI-I-2000-0718-02. <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/Basidiomycetes/Pages/CoffeeRust.aspx>
2. Avelino, J., and Savary, S. 2004. Effects of crop management patterns on coffee rust epidemics. *Plant Pathol-*

- ogy, 53, 541–547. <https://bsppjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-3059.2004.01067.x>
3. Keith, L. Personal communications. 2 November 2020.
 4. Koehler, J. 2018. Coffee rust threatens Latin American crop; 150 years ago, it wiped out an empire. NPR. <https://www.npr.org/sections/thesalt/2018/10/16/649155664/coffee-rust-threatens-latin-american-crop-150-years-ago-it-wiped-out-an-empire>
 5. Kushalappa, A.C. and A.B. Eskes (eds). 1989. *Coffee Rust: Epidemiology, Resistance and Management*. CRC Press, Boca Raton, Florida. 345 pp.
 6. Nelson, S.C. 2008. Cercospora leaf spot and berry blotch of coffee. Honolulu (HI): University of Hawai'i. 6p. (*Plant Disease Series*; PD-41). <https://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/PD-41.pdf>
 7. Thap, C. 2010. Using and calibrating backpack sprayers. In: Montana State University's *Big Sky Small Acres Magazine*. pp. 10-11. https://apps.msuextension.org/magazine/assets/docs/Using_and_Calibrating_Backpack_Sprayers.pdf
 8. Uyeda, J., M. Kawate, J. Coughlin, J. Kam, J. Sugano, S. Fukuda, R. Shimabuku, and K.H. Wang. 2015. Sprayer calibration using the 1/128th method for motorized backpack mist sprayer systems. Honolulu (HI): University of Hawai'i. 5p. (*Pesticide Risk Reduction Education Series*; PRRE-9). <https://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/PRRE-9.pdf>
 9. Uyeda, J., J. Sugano, S. Fukuda, M. Kawate, R. Shimabuku, and K.H. Wang. 2013. Sprayer calibration using the 1/128th method for handheld spray gun systems. Honolulu (HI): University of Hawai'i. 4p. (*Pesticide Risk Reduction Education Series*; PRRE-7). <https://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/PRRE-7.pdf>
 10. Zambolim, L. 2016. Current status and management of coffee leaf rust in Brazil. *Trop. Plant Pathol.* 41, 1–8. <https://doi.org/10.1007/s40858-016-0065-9>

Tabla 1. Lista de fungicidas actualmente autorizados por el Departamento de Agricultura de Hawái con instrucciones de uso en el café cultivado en Hawái. Los productos con licencia y los cambios de etiquetas ocurren con frecuencia. Consulte la [página web pública de NPIRS](#) o <https://opendata.hawaii.gov/> para ver los productos con licencia actual y sus etiquetas de aprobación (4/25/22). Tenga en cuenta que se ha agregado ProBlad Verde.

Nombre Comercial	Ingredientes Activos	Grupo FRAC	Número de registro de la EPA	Etiquetas	Intervalo de Reentrada REI (hrs)	Compatibilidad con BotaniGard® ¹	La Raya Del Café <i>H. vastatrix</i> Tasa de (por acre)	Est. Costo ⁴ por Aplicación/Acre	
								Dosis Baja	Dosis Alta
DoubleNickel LC Biofungicide*	<i>Bacillus amyloliquefaciens strain D747</i>	44	70051-107	Etiqueta	4	Si ²	0.5-6.0 qts	\$7.50	\$90.00
DoubleNickel 55 Biofungicide*	<i>Bacillus amyloliquefaciens strain D747</i>	44	70051-108	Etiqueta	4	Si ²	0.25-3.0 lbs	\$9.63	\$115.50
Serenade ASO*	QST 713 strain of <i>Bacillus subtilis</i>	44	264-1152	Etiqueta	4	Si, pero NO a 8 cuartos de galón por 100 galones (consulte la tabla)	2.0-4.0 qts	\$23.50	\$47.00
ProBlad Verde*	Banda de Lupinus albus doce (BLAD)	BM01	84876-2	Etiqueta 24(c) Etiqueta	4	No	45.7 fl oz	\$89.25	
Badge SC	Copper oxychloride + Copper hydroxide	M1	80289-3-10163	Etiqueta	48	Si ²	1.0-3.0 pints	\$5.88	\$17.63
Badge X2*	Copper oxychloride + Copper hydroxide	M1	80289-12	Etiqueta	48	Si ³	1.0-3.0 lbs	\$9.50	\$28.50
Badge X2*	Copper oxychloride + Copper hydroxide	M1	80289-12-10163	Etiqueta	48	Si ³	1.0-3.0 lbs	\$12.00	\$36.00
Basic Copper 53	Basic copper sulfate	M1	45002-8	Etiqueta	48	Si ³	2.0 lbs	\$12.00	
Champ Formula 2 Flowable Agricultural Fungicide/Bactericide	Copper hydroxide	M1	55146-64	Etiqueta	48	Si ²	1.33-2.66 pints	\$7.48	\$9.84
Champ WG Agricultural Fungicide	Copper hydroxide	M1	55146-1	Etiqueta	48	Pendiente	2.0-4.0 lbs	\$17.00	\$34.00

Table 1. continued

Nombre Comercial	Ingredientes Activos	Grupo FRAC	Número de registro de la EPA	Etiquetas	Intervalo de Reentrada REI (hrs)	Compatibilidad con BotaniGard® ¹	La Raya Del Café <i>H. vastatrix</i> Tasa de (por acre)	Est. Costo ⁴ por Aplicación/Acre	
								Dosis Baja	Dosis Alta
ChampION++ Fungicide/Bactericide	Copper hydroxide	M1	55146-115	Etiqueta	48	Si ³	0.75-1.75 lbs	\$6.38	\$14.88
Cueva Fungicide Concentrate*	Copper octanoate	M1	67702-2-70051	Etiqueta	4	No es físicamente compatible con 2,0 gal/100 gal de agua ³	0.5-2.0 gals	\$30.00	\$120.00
Cuprofix Ultra 40 Dispers	Basic copper sulfate	M1	70506-201	Etiqueta	12	Pendiente	1.25-3.0 lbs	\$6.88	\$16.50
Cuproxat Flowable Copper Fungicide	Basic copper sulfate	M1	35935-3	Etiqueta	48	Si ³	2.5-6.0 pints	\$50.00	\$120.00
DuPont Kocide 2000 Fungicide/Bactericide	Copper hydroxide	M1	352-656	Etiqueta	48	Si ³	1.5-3.0 lbs		
Kalmor Fungicide/Bactericide*	Copper hydroxide	M1	91411-11-59807	Etiqueta	48	Si ³	0.75-1.75 lbs	\$19.13	\$44.63
Kentan DF	Copper hydroxide	M1	80289-2	Etiqueta	48	Pendiente	2.0-4.0 lbs	\$11.00	\$22.00
Kocide 2000	Copper hydroxide	M1	91411-1-70051	Etiqueta	48	Si ³	1.5-3.0 lbs	\$8.25	\$16.50
Kocide 2000-O*	Copper hydroxide	M1	91411-10-70051	Etiqueta	48	Si ³	1.5-3.0 lbs		
Kocide 3000	Copper hydroxide	M1	91411-2-70051	Etiqueta	48	Si ³	0.75-1.75 lbs	\$9.00	\$21.00
Kocide 3000-O*	Copper hydroxide	M1	91411-11-70051	Etiqueta	48	Si ²	0.75-1.75 lbs	\$9.00	\$21.00
Kocide HCu	Copper hydroxide	M1	91411-12-70051	Etiqueta	48	Pendiente	3.0-4.2 lbs		
Mastercop Bactericide/Fungicide*	Copper sulfate pentahydrate	M1	55272-18-66222	Etiqueta	48	Si ²	0.5-1.5 pints	\$7.13	\$21.38
Nu-Cop HB	Copper hydroxide	M1	42750-132	Etiqueta	48	Pendiente	1.0-2.0 lbs	\$12.00	\$24.00

Table 1. continued

Nombre Comercial	Ingredientes Activos	Grupo FRAC	Número de registro de la EPA	Etiquetas	Intervalo de Reentrada REI (hrs)	Compatibilidad con BotaniGard® ¹	La Raya Del Café <i>H. vastatrix</i> Tasa de (por acre)	Est. Costo ⁴ por Aplicación/Acre	
								Dosis Baja	Dosis Alta
Nu-Cop 30HB	Copper hydroxide	M1	42750-281	Etiqueta	48	Si ²	0.75-1.75 lbs	\$9.00	\$21.00
Previsto Fungicide-Bactericide*	Copper hydroxide	M1	10163-330	Etiqueta	48	Pendiente	2.0-4.0 qts	\$32.50	\$65.00
OxiDate 2.0*	Hydrogen Dioxide + Peroxyacetic Acid	Not classified	70299-12	Etiqueta	Hasta que se seque	No	0.25% to 1.0%	Gals. de agua/A necesario \$58.00/gal	
OxiDate 5.0*	Hydrogen Dioxide + Peroxyacetic Acid	Not classified	70299-28	Etiqueta	Hasta que se seque	No	0.39% to 1.0%	Gals. de agua/A necesario \$94.00/gal	
Priaxor Xemium Brand Fungicide	Fluxapyroxad + Pyraclostrobin	7, 11	7969-311	Etiqueta; Sección 18 Etiqueta	12	No	7.14 fl oz	\$51.00	
Timorex Act*	Tea Tree Oil	F7	86182-3-88783	Etiqueta	4	Pendiente	13.0-35.0 fl oz		

¹ Consulte la tabla de compatibilidad de BioWorks BotaniGard® [aquí](#). “Pendiente” significa que el producto exacto no figura como probado por BioWorks. Según el correo electrónico de BioWorks con fecha del 2/11/20, estos productos aún deben probarse para verificar su compatibilidad con *Beauveria bassiana*.

Los resultados estarán disponibles pronto.

² Según el correo electrónico de BioWorks con fecha del 2/11/20 y 1/14/21, se ha determinado que estos productos son compatibles con BotaniGard®.

³ Por correo electrónico de BioWorks con fecha 24/11/21 y 6/12/21: Badge X2 probó y encontró compatible a 11.0 lb/acre por 100 gal de agua; Phytan 27 (sulfato de cobre pentahidratado), similar a Basic Copper 53 y Cuproxat Flowable Copper Fungicida, se encontró compatible a 25 fl oz/100 gal de agua; El Fungicida Concentrado Cueva no resultó ser físicamente compatible con 2,0 gal/100 gal de agua, pero no mostró ningún impacto cuando se roció sobre colonias en crecimiento de *B. bassiana*, lo que significa que una rotación de ambos productos no necesariamente afectaría la eficacia de BotaniGard® en el campo; Kocide 3000 (hidróxido de cobre) es compatible con 16 lb/100 gal de agua.

⁴ Los costos estimados se basan en los precios minoristas locales y son solo para el fungicida (11/2020; 10/2021; 4/2022; 1/2023).

* Producto orgánico

La mención de una marca comercial o nombre de propiedad no constituye un respaldo, garantía o garantía por parte de la Consejo Agrícola Sinérgico de Hawái, el Servicio de Extensión de la Cooperativa de la Universidad de Hawai, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, el Departamento de Agricultura del Estado de Hawai o sus empleados y no implica recomendaciones con exclusión de otros productos adecuados.