

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

## Efecto del iodocitrato de cobre (Citrubact) sobre *Botrytis cinerea* Pers en *Fragaria vesca* L. cv. Albion en la provincia Tungurahua, Ecuador

### Effect of iodine citrate of copper (Citrubact) on *Botrytis cinerea* Pers in *Fragaria vesca* L. cv. Albion at Tungurahua province, Ecuador

Álvaro Mauricio Rivera Casignia<sup>1</sup>, Fernando Rivas Figueroa<sup>1</sup>, Juan Gabriel Panimboza Yanzapanta<sup>1</sup>, William Lumbi<sup>1</sup>, Michel Leiva-Mora<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, CP 060150

<sup>2</sup>Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, ESPOCH, Facultad de Recursos Naturales, Laboratorio de Fitopatología, Riobamba, Ecuador. CP 060150.

Email: [leivamoramichelcelin@gmail.com](mailto:leivamoramichelcelin@gmail.com)

#### RESUMEN

En Ecuador la principal enfermedad del cultivo de la fresa es el moho gris cuyo agente causal es *B. cinerea*. Para su control solo se utilizan fungicidas químicos que en ocasiones producen fitotoxicidad por el uso frecuente, dosis elevadas y la no rotación de ingredientes activos. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del iodocitrato de cobre (Citrubact) sobre frutos para reducir las afectaciones causadas por *B. cinerea* en *Fragaria vesca* L. cv. Albion en la provincia Tungurahua. El en plantas de fresa redujo el número de flores infectadas con *B. cinerea*. Las dosis de iodocitrato de cobre de 0,588 g L<sup>-1</sup> cada 14 días; 0,588 g L<sup>-1</sup> cada 7 días; 0,392 g L<sup>-1</sup> cada 14 días y de 0,196 g L<sup>-1</sup> cada 7 días incrementaron el número de frutos sanos en relación con los frutos no protegidos. Sobre la base de los resultados obtenidos se concluye que el Citrubact es una nueva alternativa química eficiente para el control de *B. cinerea* en el cultivo de *Fragaria vesca* L. cv. Albion. Este fungicida es aceptado en los sistemas de producción orgánica de fresa en Ecuador y otros países productores lo cual le adjudica un valor adicional.

**Palabras clave:** control químico, fresa, fungicidas, moho gris

#### ABSTRACT

In Ecuador, the principal disease in strawberry is the grey mould caused by *Botrytis cinerea*. Chemical fungicides are used only for its control but sometime cause phyto-toxicity due frequent application, high doses and non-rotation of active ingredients. The aim of this work was to evaluate the effect of iodinecitrate of copper (Citrubact) on fruits number affected by *B. cinerea* in *Fragaria vesca*. cv. Albion in Tungurahua province. Iodinecitrate of copper increase the reduced the number of infected flowers with *B. cinerea*. Doses of 0.588 g L<sup>-1</sup> each 14 days; 0.588 g L<sup>-1</sup> each 7 days; 0.392 g L<sup>-1</sup> each 14 days and 0.196 g L<sup>-1</sup> each 7 days of active ingredient increase the number of healthy fruit in comparison with unprotected fruits. Based on results Citrubact is an efficient chemical alternative to control *B. cinerea* in *Fragaria vesca* L. cv. Albion. This fungicide

is accepted in strawberry organic production system in Ecuador and other producing countries which confere added value.

**Keywords:** Chemical control, strawberry, fungicides, grey mould

## INTRODUCCIÓN

La producción mundial de fresa en el año 2015 fue de aproximadamente 739 622 443 t (Abdelfattah *et al.*, 2016). Estados Unidos es el principal productor, seguido de España, de las que el 96 % corresponden a la producción de fresa andaluza, y de ello, el 97 % procede de Huelva. Los ingresos superan los 300 millones de euros. Además de estos países existen otros productores que son China, Irlanda, Marruecos, Italia, Israel, de ahí la importancia económica que este cultivo está presentando (Rubinstein, 2015).

Ecuador en el año 2007 produjo 30 000 t mensuales de esta fruta. La mayor extensión de este cultivo se concentra en las provincias de Pichincha, Tungurahua, Imbabura, Chimborazo y en menor extensión en Cotopaxi y la zona del Austro, siendo uno de las alternativas más importantes de la economía agrícola en la región “Sierra ecuatoriana” (Aldás-Masaquiza, 2016).

La principal enfermedad causante de pérdidas en fresa es el moho gris cuyo agente causal es *B. cinerea*. La enfermedad puede causar daños tanto a escala de campo como en invernaderos (Elad, *et al.*, 2016). El manejo se basa principalmente en la utilización de fungicidas químicos, los cuales han causado el incremento de resistencia de este patógeno (Ishii, *et al.*, 2009; Leroux, *et al.*, 2010).

Dentro de los principales fungicidas utilizados en Ecuador para controlar *B. cinerea* se destacan: fenhexamida, fungicidas tipo estrobilurinas QoI, boscalid, anilino pirimidinas y fludioxonil. Sin embargo, debido al uso sucesivo de los mismos y al incremento de las dosis de aplicación se ha observado daños fitotóxicos en flores y frutos así como una disminución en la efectividad de los fungicidas utilizados.

La sierra central ecuatoriana, en particular la provincia de Tungurahua, se ha visto afectada por la incidencia de *B. cinerea* y la pérdida de la efectividad en el control de algunos fungicidas químicos. Asimismo el incremento de la fitotoxicidad debido al uso reiterado y al aumento de las dosis y frecuencias de aplicación, precisa

de la introducción de nuevas formulaciones y su comprobación en ensayos de campo (Martínez y Alejandro, 2016).

Sobre la base de esta problemática el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto del iodocitrato de cobre (Citrubact) sobre el número de flores y frutos afectados por *B. cinerea* en *Fragaria vesca* L. cv. Albion en la provincia Tungurahua.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente ensayo se evaluó la eficacia del iodo citrato de cobre (Citrubact), en el control de *B. cinerea* en *F. vesca* L. cv. Albion, los factores en estudio fueron dosis y frecuencias de aplicación. Se determinó el número de flores y frutos en relación con la eficacia del control de *B. cinerea* mediante la aplicación de Citrubact.

Los ensayos se lo realizaron en una plantación de *F. vesca* L cv Albion, pertenecientes a la provincia de Tungurahua, cantón Cevallos, Ecuador (Figura 1).

Se utilizaron tres dosis de Citrubact: 3 ml L<sup>-1</sup>, 2 ml L<sup>-1</sup> y 1 ml L<sup>-1</sup> de producto comercial, las cuales correspondieron a 0,588 g L<sup>-1</sup>, 0,392 g L<sup>-1</sup> y 0,196 g L<sup>-1</sup>, de ingrediente activo, respectivamente. Se establecieron frecuencias de aplicación de 7 y 14 días para cada dosis. El cultivo de fresa tenía 8 meses de edad al inicio de las aplicaciones del fungicida.

El manejo agronómico del cultivo partió de la preparación del suelo con arado de discos y grada de púas. Los camellones fueron de forma trapezoidal con las siguientes dimensiones: 0,8 m base mayor, 0,6 m base menor y una altura de 0,35 m. El trasplante se realizó con plantas de la variedad Albeon en sistema de tres bolillos con una distancia entre plantas de 0,3 m. Los riegos en la etapa inicial tuvieron una frecuencia diaria hasta lograr la capacidad de campo a la profundidad necesaria.

El control de plagas se realizó con la siguientes insecticidas: Deltametrina 10,7 %

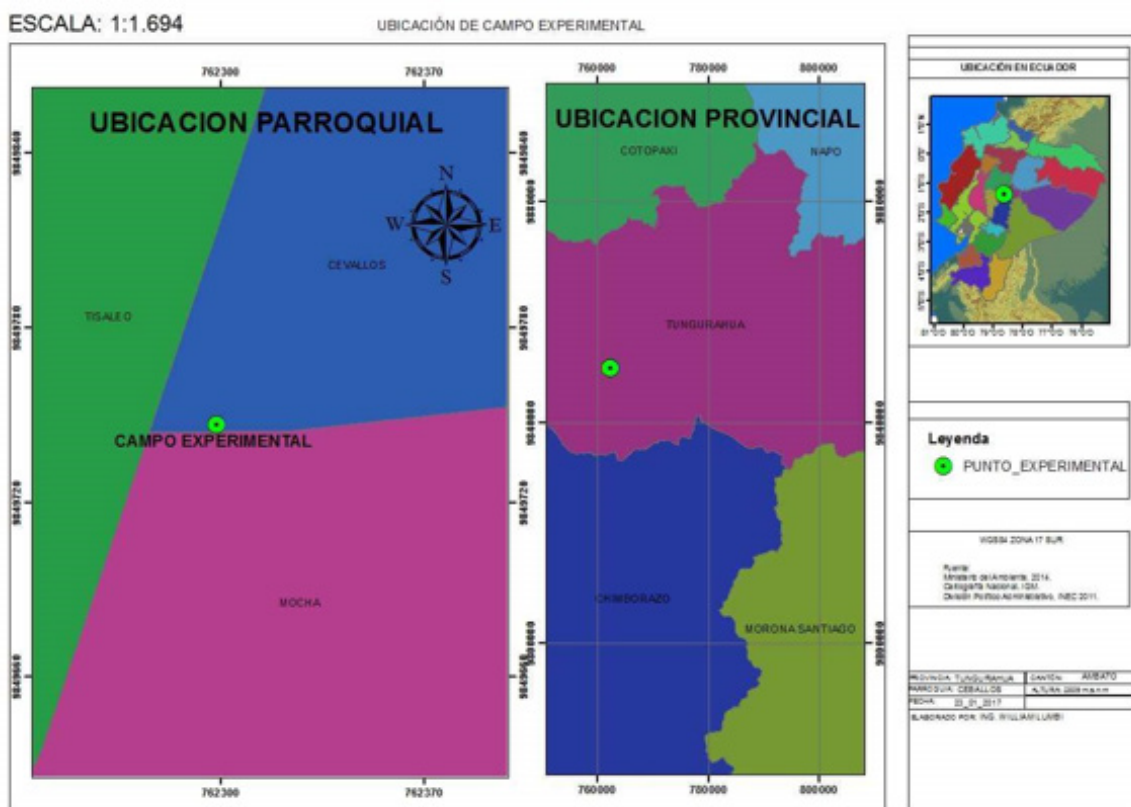


Figura 1. Ubicación geográfica de los ensayos experimentales

CE, Chlorpirifos 480 EC, Cipermetrina 25 EC y Abamectina 1,8 % EC para el control de thrips, ácaros y pulgones.

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con arreglo bifactorial y cinco repeticiones. En cada parcela se tomó una muestra de 20 plantas para evaluar el número de flores y frutos después de aplicados los tratamientos.

El procesamiento estadístico del número de flores y frutos en *Fragaria vesca* L. cv. Albion se realizó mediante el paquete SPSS versión 22.00.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El iodocitrato de cobre redujo el número de flores infectadas con *B. cinerea* en las plantas tratadas al compararlas con aquellas que no recibieron tratamiento. La dosis de 0,588 g L<sup>-1</sup> cada 14 días fue la que mayor efecto protector mostró sobre las flores, difiriendo significativamente del resto de los tratamientos (Tabla 1).

En relación con el uso de fungicidas formulados con cobre como ingrediente activo,

Tabla 1. Influencia de la aplicación del iodocitrato de cobre (Citrubact) sobre el número de flores infectadas en *Fragaria vesca* L. cv. Albion

Tratamientos	Media	Rango promedio
Control sin fungicida	1,43	159,16 a
0,196 g L <sup>-1</sup> cada 7 días	0,07	76,83 b
0,196 g L <sup>-1</sup> cada 14 días	0,23	89,13 b
0,392 g L <sup>-1</sup> cada 7 días	0,43	108,92 b
0,392 g L <sup>-1</sup> cada 14 días	0,43	102,07 b
0,588 g L <sup>-1</sup> cada 7 días	0,37	95,05 c
0,588 g L <sup>-1</sup> cada 14 días	0	7,00 d

Rangos promedios que en una misma columna tengan letras no comunes, difieren según la prueba de Kruskal Wallis, complementada con la prueba U de Mann Whitney para p<0,05 con n=20

autores como Bush y Brun (2013) lograron resultados satisfactorios en la protección de flores y por ende la disminución de su caída en cultivos frutales que agruparon los siguientes cultivos: mora, arándano, pera, durazno y fresa. Sin embargo, reconocieron que estos productos tienen una actividad menor y más lenta que la de fungicidas orgánicos. En la literatura científica consultada, este constituye el primer informe donde se evidencia el efecto protector del iodocitrato de cobre en la protección de flores de fresa frente al ataque de *B. cinerea*.

Algunos autores han demostrado que al utilizar compuestos de cobre derivados del ácido salicílico (Salicilato de cobre II y acetil salicilato de cobre) y otras sales de cobre han mostrado un efecto estimulante de los sistemas de defensa natural de varias especies de plantas mediante la inducción de la resistencia en plantas de uvas, tabaco, remolacha azucarera, cereales, verduras, arroz, cucurbitáceas, árboles

frutales frente al ataque de agentes fitopatógenos (*Erysiphe spp.*, *Puccinia spp.*, *Plasmopara vitícola*, *Pythium spp.*, *Phytophthora spp.*, *Peronospera tabacina*, *Septoria spp.*, *Sphaerotheca fuliginea*, *Pseudoperonospera cubensis*, *Pyricularia oryzae*, *Uncinula necator*, *Venturia spp.*, *Botrytis cinérea*, *Fusarium spp.*, *Alternaria spp* y *Bremia*).

Asimismo, las dosis de 0,588 g L<sup>-1</sup> cada 14 días; 0,588 g L<sup>-1</sup> cada 7 días; 0,392 g L<sup>-1</sup> cada 14 días y de 0,196 g L<sup>-1</sup> cada 7 días del iodocitrato de cobre, tuvieron un efecto positivo sobre el número de frutos sanos por planta mientras que en aquellas que no recibieron protección se redujo el número de frutos sanos (Tabla 2).

Por otra parte, la dosis de 0,588 g L<sup>-1</sup> cada 14 días del iodocitrato de cobre fue la que mejor efecto protector mostró sobre los frutos de fresa, pues con esta no se aparecieron frutos infectados durante el período evaluado (Tabla 3).

**Tabla 2.** Influencia de la aplicación del iodocitrato de cobre (Citrubact) sobre el número de frutos en *Fragaria vesca* L. cv. Albion

Tratamientos	Media	Rango promedio
Control sin fungicida	4,26	58,34 <b>c</b>
0,196 g L <sup>-1</sup> cada 7 días	10,27	103,82 <b>ab</b>
0,196 g L <sup>-1</sup> cada 14 días	7,52	73,42 <b>b</b>
0,392 g L <sup>-1</sup> cada 7 días	8,07	75,65 <b>b</b>
0,392 g L <sup>-1</sup> cada 14 días	9,67	92,67 <b>ab</b>
0,588 g L <sup>-1</sup> cada 7 días	10,00	92,23 <b>ab</b>
0,588 g L <sup>-1</sup> cada 14 días	10,53	105,22 <b>a</b>

Rangos promedios que en una misma columna tengan letras no comunes, difieren según la prueba de Kruskal Wallis, complementada con la prueba U de Mann Whitney para  $p < 0,05$  con  $n=20$

**Tabla 3.** Influencia de la aplicación del iodocitrato de cobre (Citrubact) sobre el número de frutos infectados con *B. cinerea* en *Fragaria vesca* L. cv. Albion

Tratamientos	Media	Rango promedio
Control sin fungicida	1,06	131,28 <b>a</b>
0,196 g L <sup>-1</sup> cada 7 días	0,10	83,50 <b>b</b>
0,196 g L <sup>-1</sup> cada 14 días	0,47	99,75 <b>b</b>
0,392 g L <sup>-1</sup> cada 7 días	0,30	86,33 <b>b</b>
0,392 g L <sup>-1</sup> cada 14 días	0,47	101,65 <b>b</b>
0,588 g L <sup>-1</sup> cada 7 días	0,37	96,77 <b>b</b>
0,588 g L <sup>-1</sup> cada 14 días	0	75,00 <b>c</b>

Rangos promedios que en una misma columna tengan letras no comunes, difieren según la prueba de Kruskal Wallis, complementada con la prueba U de Mann Whitney para  $p < 0,05$  con  $n=20$

La protección de la fresa mediante el uso de fungicidas es una práctica necesaria para reducir el número de frutos afectados por *B. cinerea*. Hahn (2014) confirmó que dentro de los fungicidas utilizados con éxito se encuentran los cúpricos, los cuales muestran eficiencia en la actualidad para el control de este agente fitopatológico y la prevención de la resistencia a fungicidas.

Similarmente Reddy (2016) expuso la necesidad de utilizar fungicidas a base de cobre para el control de *B. cinerea* en el cultivo de fresa en sistemas de cultivo protegido. Este autor constató al igual que en nuestro trabajo un incremento en el número de frutos sanos y con valor comercial, lo cual se tradujo en un incremento del rendimiento agrícola debido a que los fungicidas protegieron una mayor cantidad de frutos del ataque de *B. cinerea*.

En el cultivo de la vid se demostró que la aplicación del sulfato de cobre (CuSO<sub>4</sub>) indujo la activación de actividades enzimáticas del tipo quitinasa y glucanasa que indujeron la acumulación de fitoalexinas lo cual provocó una reducción de la infección de *Botrytis cinerea*. En la literatura consultada no existen informes que demuestren que el iodocitrato de cobre pueda inducir mecanismos de defensas activos en el cultivo de fresa frente al ataque de *B. cinerea* (Aziz *et al.*, 2006).

El uso de fungicidas cúpricos como: caldo bordelés, hidróxido de cobre y el sulfato de cobre continúan siendo efectivos en el control de *B. cinerea* tanto en flores como de frutos particularmente en condiciones de campo y en esquemas de manejo orgánico (Jacometti *et al.*, 2010).

Acorde con los resultados expuestos anteriormente se concluye que el iodocitrato de cobre (Citrubact) resultó una alternativa química eficiente para el control de *B. cinerea* en el cultivo de *Fragaria vesca* L. cv. Albion. Este fungicida además es aceptado actualmente en los sistemas de producción orgánico de fresa en Ecuador y otros países productores.

## CONCLUSIONES

El iodocitrato de cobre (Citrubact) redujo el número de flores y frutos afectados por *B. cinerea* en el cultivo de *Fragaria vesca* L. cv. Albion en la provincia Tungurahua, constituyendo una alternativa promisoriosa en programas de manejo integrado del moho gris de la fresa.

## BIBLIOGRAFÍA

- AZIZ, P.T., L.D., M.C. PHILIPPE JEANDET, G. VERNET. 2006. Chitosan oligomers and copper sulfate induce grapevine defense reactions and resistance to gray mold and downy mildew. *Phytopathology*, 96 (11): 1188-1194.
- ABDELFATTAH, A., M. WISNIEWSKI, M.G. LI DESTRI, S.O. CACCIOLA AND L. SCHENA. 2016. Metagenomic analysis of fungal diversity on strawberry plants and the effect of management practices on the fungal community structure of aerial organs. *PLoS one*, 11 (8): e0160470. doi:10.1371/journal.pone.0160470.
- ALDÁS-MASAQUIZA, L.A. 2016. Modelo de gestión de microempresa agrícola de cultivo y comercio de frutas de la provincia de Tungurahua. Disertación doctoral, Quito, Ecuador.
- BUSH, M.R. & C.A. BRUN. 2013. Organic Pest Management in Backyard Fruit Trees and Berry Patches. WSU Extension Publishing, Washington State University, WA, USA, 29 p.
- ELAD, Y., M. VIVIER, AND S. FILLINGER. 2016. *Botrytis*, the Good, the Bad and the Ugly, pp. 1-15. In: Fillinger, S., Y. Elad (Eds.). *Botrytis—the Fungus, the Pathogen and its Management in Agricultural Systems*. Springer International Publishing, 489 p. ISBN: 978-3-319-23371-0.
- HAHN, M. 2014. The rising threat of fungicide resistance in plant pathogenic fungi: *Botrytis* as a case study. *Journal of chemical biology*, 7 (4): 133-141.
- MARTÍNEZ, I. Y J. ALEJANDRO. 2016. El cultivo de variedades mejoradas de fresa y la rentabilidad de los agricultores de la parroquia ambatillo del cantón Ambato, provincia de Tungurahua en el año 2013. Tesis de Maestría. Universidad Tecnológica Indoamérica, Quito, Ecuador.
- ISHII, H., J. FOUNTAINE, W.H. CHUNG, M. KANSAKO, K. NISHIMURA, K. TAKAHASHI & M. OSHIMA. 2009. Characterisation of QoI resistant field

- isolates of *Botrytis cinerea* from citrus and strawberry. *Pest management science*, 65 (8): 916-922.
- JACOMETTI, M.A., S.D. WRATTEN & M. WALTER. 2010. Review: alternatives to synthetic fungicides for *Botrytis cinerea* management in vineyards. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 16 (1): 154-172.
- LEROUX, P., M. GREDET, M. LEROCH & A.S. WALKER. 2010. Exploring mechanisms of resistance to respiratory inhibitors in field strains of *Botrytis cinerea*, the causal agent of gray mold. *Applied and environmental microbiology*, 76 (19): 6615-6630.
- REDDY, P.P. 2016. Sustainable Crop Protection under Protected Cultivation. Springer Singapore, 2016, pp. 245-260. ISBN978-981-287-952-3.
- RUBINSTEIN, J. 2015. *Fragaria xananassa*: Past, Present and Future Production of the Modern Strawberry. Retrieved from the University of Minnesota Digital Conservancy. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11299/175838> Consultado el 26 de enero del 2017.

---

Recibido el 26 de enero de 2017 y aceptado el 17 de octubre de 2017