

Braulio Alberto Lemus Soriano
Ingeniero Agrónomo

UMSNH
lemus9@yahoo.com.mx

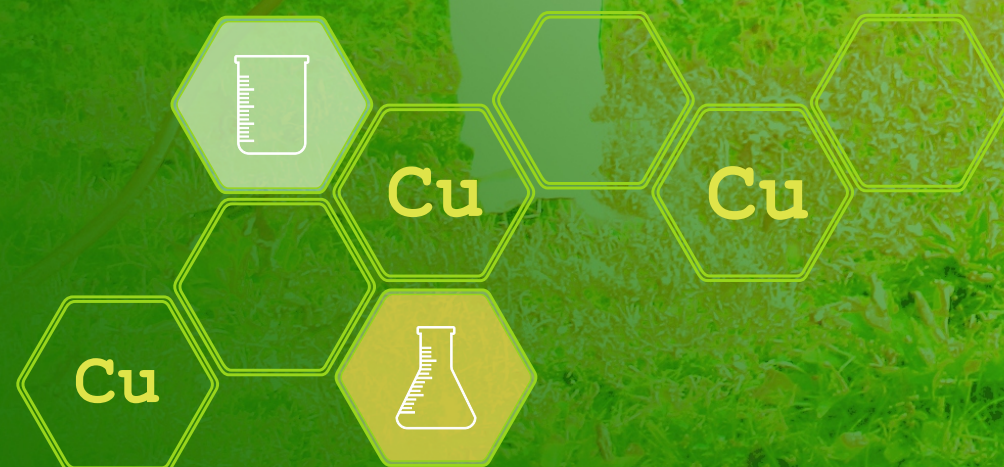


Cobres en el manejo de enfermedades del aguacate: bio-acumulación versus eficacia

El cultivo del aguacate representa para México una de las mayores fuentes de divisas y es generador de gran cantidad de empleos. Sin embargo, las enfermedades fúngicas demeritan la calidad del fruto y disminuyen su costo, lo que justifica el uso de fungicidas como los cobres, los cuales son ampliamente usados. Aunado a lo anterior la bioacumulación de cobre en la planta representa un riesgo al consumidor debido a la cantidad de este metal que puede ser ingerido en el fruto. Por lo que se evaluaron distintas fuentes y formulaciones de cobres para el control de roña y antracnosis, así como se determinó su bioacumulación en fruto. Los resultados obtenidos muestran que los cobres con tecnología HiBio son eficientes en disminuir la incidencia de las enfermedades y presentan menor bioacumulación. ►

El uso de cobre como fungicida en el cultivo del aguacate, sus resultados y posibles consecuencias en el consumidor por la bio-acumulación de este elemento en el fruto.

Las fotografías que ilustran este artículo fueron facilitadas por el Lic. Miguel González Guido



Introducción

El primer compuesto antimicrobiano a base de cobre utilizado en la agricultura fue la mezcla bordelesa (sulfato de cobre pentahidratado y cal), el cual fue descubierto accidentalmente en 1885 por el científico francés Pierre-Marie Alexis Millardet (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). 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 (Morales-García, 2017); para su control se usan diferentes moléculas químicas y biológicas; sin embargo, los compuestos a base de cobre son los de mayor uso. Por lo anterior se realizó el presente trabajo con el objetivo de evaluar la eficacia de diferentes fuentes de cobre, así como su bioacumulación en el fruto de aguacate.

Cuadro 1. Fungicidas cúpricos aplicados en aguacate Hass

Tratamientos	Dosis en 2000 L de agua
1. Hidróxido cúprico (HiBio)	3 kg
2. Oxiclورو de cobre (HiBio)	3 kg
3. Cloruro de calcio tribásico de cobre (HiBio)	6 kg
4. Óxido cuproso	3 kg
5. Cobres tradicionales (oxiclورو, hidróxido, sulfato tribásico de cobre)	6 kg
6. Mezcla bordelesa (sulfato de cobre pentahidratado + cal)	20 kg
7. Cobres HiBio (oxiclورو, hidróxido, cloruro de calcio tribásico de cobre)	3-6 kg
8. Testigo absoluto	

Materiales y Métodos

El experimento se realizó en el huerto llamado “Tzompexo” con árboles de aguacate cv Hass de 20 años, ubicado en la comunidad de San Lorenzo, 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 fuentes de cobres en sus diferentes dosis comerciales para el control de la roña (Sphaceloma perseae) y la antracnosis (Colletotrichum spp.); la unidad experimental fue un árbol de aguacate. Se realizaron nueve aplicaciones mensuales a partir de fruto tamaño cerillo hasta antes de la cosecha. La variable respuesta fue el porcentaje de incidencia de roña y antracnosis, para lo cual se realizaron muestreos en cuanto aparecieron los primeros síntomas de cada una de las enfermedades y hasta los 21 días después de la última aplicación. Para determinar al bioacumulación se tomaron muestras aleatorias de frutos en tres momentos distintos 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. Los resultados obtenidos de la incidencia se sometieron a un análisis de varianza y prueba de separación de medias de Tukey $\alpha=0.05$.

Resultados y Discusión

El porcentaje de incidencia de roña mostró diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) a partir del segundo muestreo y prevaleció de esta manera hasta el final del experimento (Cuadro 2). Todos los tratamientos de cobre fueron mejores que el testigo sin aplicación el cual presentó el mayor porcentaje de incidencia. Para la antracnosis se presentaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos evaluados en cada uno de los muestreos (Cuadro 3). El testigo absoluto presento la mayor incidencia ($> 31\%$); seguido del cloruro de calcio tribásico de cobre ($\leq 15\%$) y los demás tratamientos de cobre obtuvieron valores de incidencia $\leq 10\%$. La bioacumulación dependió de la parte del fruto (Cuadro 5). Para el exocarpio las aplicaciones de cobres tradicionales fueron las que presentaron mayor cantidad acumulada de cobre, seguido de la mezcla bordelesa, mientras el hidróxido cúprico (HiBio) presentó menos partes por millón. En pulpa el óxido cuproso fue el de mayor acumulación, seguido de los cobres tradicionales y el de menor cantidad fue el oxiclورو de cobre (HiBio). En la semilla la aplicaciones de cobres tradicionales seguido de la mezcla bordelesa fueron los que presentaron mayor cantidad de cobre, mientras el cloruro de calcio tribásico de cobre (HiBio) presento la menor bioacumulación. La menor bioacumulación de los cobres HiBio se debe al uso de dosis más bajas que los cobres tradicionales y la mezcla bordelesa, lo cual permite mayor rapidez para su metabolización y por ende menor concentración. ►

Cuadro 2. Porcentaje de incidencia de roña en fruto de aguacate Hass.

Tratamientos	1 ^{er} muestreo	2 ^o muestreo	3 ^{er} muestreo	4 ^o muestreo	5 ^o muestreo	6 ^o muestreo	7 ^o muestreo
1. Hidróxido cúprico (HiBio)	18.75a	36.25ab	30b	36.25b	35ab	31.25b	41.25b
2. Oxiclورو de cobre (HiBio)	15a	40ab	46.25ab	36.25b	21.25b	20b	41.25b
3. Cloruro de calcio tribásico de cobre (HiBio)	20a	35ab	47.50ab	40b	28.75ab	22.50b	42.50ab
4. Óxido cuproso	18.75a	35ab	48.75ab	37.5b	31.25ab	38.75ab	43.75ab
5. Cobres tradicionales (oxiclورو, hidróxido, sulfato tribásico)	11.25a	33.75ab	48.75ab	37.5b	46.25ab	35ab	45ab
6. Mezcla bordelesa (sulfato de cobre pentahidratado + cal)	15a	27.5b	46.25ab	41.25ab	23.76b	21.25b	41.25b
7. Cobres HiBio	15a	38.75ab	52.50ab	41.25ab	21.25b	30b	41.25b
8. Testigo absoluto	22.50a	53.75a	75a	62.50a	68.75a	68.75a	72.50a



Conclusión

Los cobres HiBio presentaron los menores porcentajes de incidencia de roña y antracnosis en comparación de los cobres tradicionales, pero no así con la mezcla bordelesa la cual sigue siendo eficiente para el control de estas enfermedades; sin embargo, este último tiende a una mayor bioacumulación en fruto de aguacate mientras los cobres HiBio se acumulan en menor cantidad. ■

Cuadro 3. Porcentaje de incidencia de antracnosis en fruto de aguacate Hass.						
Tratamientos	1 ^{er} muestreo	2 ^o muestreo	3 ^{er} muestreo	4 ^o muestreo	5 ^o muestreo	6 ^o muestreo
1. Hidróxido cúprico (HiBio)	10b	27.50ab	18.75a	30a	17.50b	7.50b
2. Oxiclورو de cobre (HiBio)	15ab	21.25b	6.25a	28.75a	3.75ab	6.25b
3. Cloruro de calcio tribásico de cobre (HiBio)	10b	22.50ab	23.75a	31.25a	23.75ab	12.50ab
4. Óxido cuproso	16.25ab	25ab	10a	33.75a	22.50ab	10b
5. Cobres tradicionales (oxiclورو, hidróxido, sulfato tribásico)	18.75ab	23.75ab	20a	27.50a	25ab	15ab
6. Mezcla bordelesa (sulfato de cobre pentahidratado + cal)	31.25ab	21.25b	33.75a	35a	26.25ab	6.25b
7. Cobres HiBio	15ab	25ab	15a	26.25a	22.50ab	8.75b
8. Testigo absoluto	25a	41.25a	35a	40a	37.50a	31.25a

Cuadro 5. Bioacumulación de cobre (ppm) en fruto de aguacate Hass.									
Tratamientos	Cascara (exocarpio)			Pulpa (mesocarpio)			Semilla		
	Esfera	Madurez	Cosecha	Esfera	Madurez	Cosecha	Esfera	Madurez	Cosecha
1. Hidróxido cúprico (HiBio)	18.2	73.1	99	15.6	16.9	20	15.1	6.22	13.8
2. Oxiclورو de cobre (HiBio)	43.3	49.5	98.6	15.1	9.27	16	11.6	5.7	16.3
3. Cloruro de calcio tribásico de cobre (HiBio)	46.2	37.9	91.7	15.5	10.6	26.3	11	11.1	9.88
4. Óxido cuproso	99.2	241	295	21.8	18.7	29.5	9.37	10.3	11.4
5. Cobres tradicionales (oxiclورو, hidróxido, sulfato tribásico)	84	131	445	23.6	17.4	26.6	14.3	11.6	21.7
6. Mezcla bordelesa (sulfato de cobre pentahidratado + cal)	146	193	397	24.2	21.1	23.4	12.5	10.2	18.5
7. Cobres HiBio	28.3	49.4	101	14.7	11.9	20.4	13.7	8.98	14.7