

Entendiendo los cobres invernales

Los cobres de uso agrícola han evolucionado aumentando la oferta de ingredientes activos, mejorando y diversificando sus formulaciones, y disminuyendo el tamaño de partículas, entre otros. No obstante, su mecanismo de acción sigue siendo el mismo. Entender cómo funcionan los productos en base a cobre permite mejorar su eficiencia, disminuir riesgos y racionalizar los costos de las aplicaciones.

Ana María Prado B., Gerente Técnico Agrospec, aprado@agrospec.cl



Ana María Prado B., Gerente Técnico Agrospec

Cobre (Cu) metálico versus iones de cobre libres

Los términos cobre metálico e iones de cobre libres son muy mencionados a la hora de comparar programas de manejo. Por esto, es importante entender muy bien el significado de ellos.

El cobre metálico hace referencia a la cantidad de cobre que tiene un producto, un activo o incluso la cantidad de este metal que se aplica a una superficie. Este valor no se debe confundir con la cantidad de ingrediente activo que tiene una formulación. Por ejemplo, un producto formulado con hidróxido de cobre puede tener un 53,7% de hidróxido de cobre ($\text{Cu}(\text{OH})_2$) y un 35% de cobre metálico. Esto, porque en cada molécula de hidróxido de cobre, un 65,1% corresponde a cobre y el resto (34,9%) a hidrógeno y oxígeno. Así, si multiplicamos un 65,1% de cobre por el 53,7% de activo, nos da que el producto formulado tiene un 35% de cobre.

Usar el valor de cobre metálico de cada producto es muy útil para comparar dosis e incluso costos de productos cúpricos que tienen diferentes activos y por lo tanto distintos porcentajes de cobre. Esta comparación es totalmente válida para productos que contienen cobres "particulados", especialmente considerando que no existen mayores diferencias cualitativas en el cobre aportado por los distintos activos (oxiclórico de cobre, óxido cuproso, hidróxido de cobre y sulfato tribásico de cobre). Cuando estos productos se aplican sobre follaje, ramillas, ramas o incluso fruta, dejan una partícula sólida de cobre. Esta partícula, al quedar depositada sobre el vegetal luego de que la aplicación se ha secado, no tiene mayor acción bactericida o funguicida. Sin embargo, cuando exista presencia de agua, proveniente del rocío, la lluvia, exudados de la planta, etc., ésta será capaz de solubilizar pequeñas cantidad de cobre de la superficie de dicha partícula. Esta liberación de cobre es, bajo condiciones normales, muy controlada, ya que todos los activos de cobres "particulados" mencionados tienen una muy baja solubilidad, por lo que no es posible tener más cobre soluble -y activo- que lo que dictan las propiedades químicas de cada ingrediente activo. Esto es así, aún cuando existen diferencias en las solubilidades de los distintos cobres particulados (ver cuadro comparativo de solubilidades).

Así, una vez que existe agua que puede solubilizar el cobre y también permitir el desarrollo de patógenos, las partículas aportarán cobre soluble al medio. Sin embargo, la mayor parte de este cobre se unirá a aminoácidos, hidroxilados, carbohidratos y otros compuestos orgánicos que existen naturalmente sobre los tejidos vegetales (Menkissoglu y Lindow, 1991a y b). Este cobre ligado no tendrá un efecto importante sobre los patógenos. Sin embargo, una pequeña fracción del cobre solubilizado (iones cobre) permanecerá libre y tendrá efecto para controlar enfermedades causadas por hongos o bacterias. Esta pequeña cantidad, si se han usado dosis normales de etiqueta, será suficiente para controlar preventivamente las enfermedades. Hay que considerar que la

concentración de iones de cobre libres en un momento dado, dependerá del equilibrio dinámico que existe entre el cobre complejo y las formas solubles de cobre (Scheck y Pscheidt, 1998). Este proceso de solubilización o liberación de cobre ocurrirá cada vez que exista agua libre, hasta que la partícula de cobre se desintegre completamente. Factores como los exudados de las plantas o de los microorganismos o incluso el dióxido de carbono de la lluvia (Lee et al, 1993) facilitan esta liberación. Estudios realizados por Menkissoglu y Lindow (1991b) en cítricos y frejol determinaron vidas medias para el cobre de 45 y 35 días, respectivamente. Esto significa que 35-45 días después de la aplicación aún queda un 50% del cobre que fue aplicado. Sin embargo, el hecho de que intervalos de 20-25 días muestren mejor control del cáncer bacterial que intervalos de 40 días, a una misma cantidad de cobre aplicado por temporada, tiene relación con la distribución de ese cobre sobre los tejidos vegetales. Esto porque si bien a los 30 días puede quedar más del 50% del cobre aplicado, la distribución ya no será perfecta, a permitiendo el ingreso de enfermedades.

Recordemos que el cobre es un producto de contacto que actúa preventivamente, por lo que el cubrimiento de todas las zonas expuestas al ingreso de la enfermedad es fundamental. Es importante aclarar que este concepto de cobre metálico no tendrá utilidad si se quiere comparar un cobre particulado versus los llamados "sulfatos de cobre pentahidratados". Al usar los de este último tipo, no aplica el concepto de una partícula que libera cobre lentamente, sino que tenemos una solución que ya contiene el cobre soluble. Por ello, a pesar de los bajos contenidos de cobre, pueden ejercer un adecuado control. No obstante, la persistencia de un sulfato de cobre pentahidratado es mucho menor que la de un cobre particulado, que continua liberando cobre por semanas.

El pH y otros factores que inciden en la liberación de cobre

Como ya mencionamos, la solubilidad de los cobres particulados es muy baja, pensando en el pH de caldos de aplicación habituales. Esta baja solubilidad es bastante conveniente ya que permite liberar una cantidad suficiente de iones cobre libres para controlar las enfermedades por debajo de los umbrales de toxicidad para las plantas, salvo casos muy puntuales de especies y/o estados fenológicos sensibles al cobre.

A medida que el pH baja, la solubilidad de los cobres aumenta hasta llegar a niveles fitotóxicos. Por esto, bajar (acidificar) el pH del caldo de aplicación implica un riesgo, ya que la liberación que antes era controlada puede aumentar varias veces. Esto puede darse por la aplicación directa de algún acidificante o por mezclas con productos acidificantes (ej.: fosfitos de potasio). Este riesgo es válido incluso para aplicaciones de caldos de aspersión de pH ácidos que puedan realizarse con posterioridad a una aplicación de cobre. Por ejemplo, si el día 1 se realiza una aplicación de óxido cuproso (o hidróxido de cobre, etc.), las partículas estarán liberando ordenadamente iones cobre. Sin embargo, si 5 días después se aplica un fosfito de potasio, que fácilmente puede llevar el caldo de aplicación a pH de 5 - 5,5, esa partícula liberará cantidades mayores de cobre, lo que puede traducirse en fitotoxicidad. Por ello, es importante tener claridad en esta dinámica del cobre para evitar riesgos.

La temperatura también juega un rol en la liberación de cobre, aunque en menor magnitud que el pH. Temperaturas mayores aumentarán su liberación, por lo que no se recomienda aplicar cobre con temperaturas elevadas. Hardy et al (2007) recomienda no aplicar con temperaturas de fruta y plantas superiores a 25°C, en cítricos.

Fabricación y formulación de cobres particulados

El factor más relevante a la hora de evaluar un determinado producto en base a cobre es el tamaño de partícula, parámetro altamente relacionado con la efectividad a través de varios mecanismos. Primero, al igual que sucede con cualquier producto de contacto, un menor tamaño de partícula permitirá cubrir mejor la superficie a proteger. Además, cuando los tamaños de partículas son menores, el agua tendrá mayor superficie de contacto con el cobre para solubilizarlo. También hay que considerar que menores tamaños de partículas aseguran una mayor adherencia, factor fundamental en la protección de enfermedades. Hardy et al (2007) señalan que partículas con tamaño sobre 3-4 micrones pueden ser removidas por el viento de la superficie de las plantas.

Otros factores, aunque de menor importancia que el anterior, son la suspensibilidad y el tipo de formulación. Esta establece la capacidad de una determinada formulación de mantener la partícula de cobre suspendida en el caldo de aplicación. El método tradicional mide la suspensibilidad trascurridos 30 minutos después de una vigorosa agitación. La FAO recomienda suspensibilidades mínimas de 60 u 80%, dependiendo del activo y/o de la formulación. Valores más bajos resultarán en una menor eficiencia de aplicación.

Respecto a las distintas formulaciones, existen productos en base a cobres formulados como:

- WP: Polvo mojable. Partículas sólidas de bajo tamaño, que al mezclarlas con agua forman una suspensión.
- WG: Gránulos dispersables. Gránulos que al ser mezclados con agua se rompen y dispersan de manera similar a un polvo mojable. Permiten disminuir la generación de polvo durante la preparación de la mezcla.
- SC: Suspensión concentrada. Las partículas de cobre de bajo tamaño están suspendidas en un líquido pero el cobre aplicado sigue siendo un cobre particulado.

Es recomendable revisar que los metales pesados de cada producto estén dentro de los niveles recomendados por la FAO.

Límites máximos (mg/kg), de metales pesados recomendados por FAO según su concentración de cobre metálico

	Contenido de cobre metálico			
	25%	35%	50%	75%
Plomo	125	175	250	375
Arsénico	25	35	50	75
Cadmio	25	35	50	75

Fuente: www.fao.org

Relación entre el cobre y la disminución del daño por heladas

Es sabido que algunas bacterias que se encuentran naturalmente sobre las plantas pueden aumentar el daño por frío y heladas debido a su capacidad de inducir la formación de cristales de hielo a temperaturas cercanas a 0°C. A esta capacidad se le conoce como Actividad INA+ (Ice Nucleation Activity). Varios géneros de *Pseudomonas* y *Xanthomonas* han mostrado ser INA+ (Noval, 1993). Asimismo, este tipo de bacterias han sido

involucradas en daños por frío en carozos, pomáceas, cítricos e incluso vides (Noval, 1993).

En este mismo sentido Lindow (1983) menciona que el cobre puede ser usado para disminuir el daño por heladas, aunque sugiere que una de las condiciones para que sea efectivo es que el cobre sea aplicado antes de que las poblaciones de bacterias INA+ se desarrollen o establezcan en las superficies de las plantas. En este sentido, aplicaciones experimentales han mostrado resultados positivos en cultivos tan diversos como maíz, leguminosas, papas, tomates, cítricos, perales, almendros y paltos. Así, cultivos tratados con cobre presentarían daños a temperaturas significativamente más bajas que los no tratados.

Línea de Cobres AGROSPEC

Agrospec, en sus casi 30 años de trayectoria, ha ido ampliando su línea de productos en base a cobre, incorporando procesos y tecnologías de punta. Por ello, hoy en día, pone a disposición de los agricultores una completa gama de productos que se adaptan a las distintas necesidades del agro, buscando siempre potenciar los beneficios del cobre a través de formulaciones con máxima adherencia y persistencia, mínimo tamaño de partículas y de fácil manejo para el aplicador.

Para la temporada en curso, Agrospec incorpora 2 nuevos cobres a su línea de productos en base a cobre:

HidroxiCobre 50WG

HidroxiCobre FLO

HidroxiCobre 35WG **HidroxiCobre 50WP**

Cuproso Agrospec **Cuproso-75 Agrospec**

Fungicup WP **Fungicup WG**

CuproBordolés

Referencias

- FAO. 1991. FAO specifications for plant protection products. www.fao.org.
- Hardy, S., Fallow, K. y Barkley, P. Noviembre 2007. Using copper sprays to control diseases in citrus. Primefact 757. www.dpi.nsw.gov.au.
- Lee, Y.A., Schroth, M.N., Hendson, M., Lindow, S.E., Wang, X.L., Olson, B., Buchner, R.P., Teviotdale, B. 1993. Increased toxicity of iron-amended copper-containing bactericides to the walnut blight pathogen *Xanthomonas campestris* pv. *juglandis*. *Phytopathology* 83:1460-1465.
- Lindow, S. E. 1983. Methods of preventing frost injury caused by epiphytic ice-nucleation-active bacteria. *Plant Dis.* 67:327-333.
- Menkissoglu, O. y Lindow, S. E. 1991a. Relationship of Free Ionic Copper and Toxicity to Bacteria in Solutions of Organic Compounds. *Phytopathology* 81:1258-1262.
- Menkissoglu, O. y Lindow, S. E. 1991b. Chemical Forms of Copper on Leaves in Relation to the Bactericidal Activity of Cupric Hydroxide Deposits on Plants. *Phytopathology* 81:1263-1270.
- Noval, C., Seisdedos, M.T. y De la Cruz, J.I.. 1993. Estudio de la posible relación entre caída de yemas en peral y la capacidad bacteriana para formar núcleos de hielo u originar podredumbre blanca. *Bol. San. Veg. Plagas*, 19: 649-661.
- Scheck, H.J. y Pscheidt, J.W. 1998. Effect of Copper Bactericides on Copper-Resistant and -Sensitive Strains of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*. *Plant Dis.* 82:397-406.