

## Disper Cu max GS

Nueva formulación de cobre complejo y activado que asegura máxima eficiencia

### INTRODUCCIÓN

El cobre ha sido ampliamente utilizado en la agricultura y tras años de evolución, actualmente son múltiples los tipos de productos de cobre y formulaciones presentes en el mercado.

Su **evolución** podemos resumirla a continuación:

1.- En un inicio, se comenzó a usar el **sulfato de cobre** ya que era la fuente de cobre más disponible. El problema que tenía la aplicación de este producto (a parte del manejo) es que



quemaba las plantas.

Las razones son:

- La acidez del sulfato (pH=3-4). Esta es la razón más aceptada en la mayoría de los casos. Esta acidez es la que supuestamente produce las quemaduras.

- La toxicidad por la elevada dosis de aplicación. Esta causa es complementaria e igual de importante que la anterior. El pH influye en la absorción foliar (siendo mayor a pH ácido) pero no constituye el único factor limitante.

El sulfato de cobre se venía aplicando a más de 20 g/L (equivalente a 5 g/L de Cu), cuando hay estudios que indican que, por ejemplo, una concentración de Cu de 0.3 g/L (17 veces menor) en mango, o de 1 g/L (5 veces menor) en cítricos, producen efectos fitotóxicos.

La explicación de que esta toxicidad limite el uso del producto es la siguiente:

La aplicación del sulfato de cobre, al ser un producto soluble y de bajo peso molecular, puede ser absorbida por la planta, la cual incrementa el contenido en cobre (dentro de la hoja). Sin embargo es necesario aplicar una alta cantidad de sulfato para que la planta asimile el cobre que le hace falta para hacer frente al problema y este exceso de concentración, es lo que produce la fitotoxicidad.

2.- Para paliar el daño del sulfato de cobre, se inventó el **caldo bordelés**, que es una mezcla de sulfato con cal. En la teoría, el efecto de la cal sobre el sulfato es el de reducir su acidez, y supuestamente, por eso no quema la planta.

No obstante, a pesar de que el pH influye (en la mayor o menor absorción), no es sólo el único factor, ya que según los estudios realizados, en la aplicación foliar del caldo bordelés, el cobre

no penetra en la planta, y por tanto su funcionamiento se asemeja más a un producto insoluble.



Todo ello implica que su modo de acción es diferente al del sulfato:

- Al no entrar directamente en la planta, no daña tanto los tejidos (no quema). Además, se aplica a menor concentración (menor contenido en sulfato).
- Tras el secado de la aplicación foliar, forma una estructura química rígida que permite su adherencia. Se convierte, por tanto en un producto persistente, y en comparación con el sulfato, se consigue el mismo efecto con la mitad de dosis de cobre (10 g/L de sulfato de Cu).

El caldo bordelés, a pesar de ser muy persistente, libera más cobre que los oxiclорuros, hidróxidos y óxidos. Sin embargo, su formulación es peor que la de éstos (su disolución es más difícil y su tamaño de partículas es mayor) El caldo bordelés sigue en auge en Francia, que es donde se inventó.

### 3.- A continuación nace el **oxiclорuro**.



Las razones aparentes para querer sustituir el caldo bordelés eran que:

- Se pretendía evitar que el agricultor tuviera que hacer la mezcla de sulfato y cal, que era relativamente peligrosa, y que requería de indicadores de pH y de un procedimiento marcado (buena molienda del sulfato,...). A diferencia de esto, la aplicación de oxiclорuro era directa, sin complicaciones.

También permitía mejorar la mezcla con agroquímicos.

- La falta de sulfato de cobre tras la guerra hacía que se buscaran nuevas materias activas (en este caso con cobre).

La diferencia del oxiclورو, al igual que hidróxidos, óxidos y caldo bordelés, con el sulfato de cobre, es que son productos insolubles y no forman una disolución, sino una dispersión\*, lo cual limita la entrada de cobre en los tejidos.

Al tener una solubilidad muy baja (<0´00001 mg/L), los iones de Cu sólo pueden ir penetrando en la planta en muy pequeñas cantidades, y liberándose durante un periodo de tiempo prolongado. La "liberación lenta" se va produciendo por el agua que libera la planta en la superficie foliar y la acidificación que se produce con el CO<sub>2</sub> (además, el oxiclورو y óxidos presentan más cobre libre en solución a pH ácidos).

Oxiclورuros, Hidróxidos y Óxidos de cobre, constituyen un grupo de productos similares, donde los dos últimos pueden presentar las siguientes ventajas con respecto al oxiclورو:

- El **hidróxido** es relativamente algo más soluble (2´9 mg/L).
- El **óxido** es más concentrado y su dosis de aplicación es menor.

\*BREVES NOCIONES: QUÍMICA RELACIONADA CON LA ABSORCIÓN FOLIAR

Dispersión: mezcla *heterogénea* que tiene un tamaño de partículas > 0´1 µm.

Disolución: mezcla *homogénea* que tiene un tamaño de partículas < 0´001 µm.

Entre ambos tamaños (0´001 µm y 0´1 µm) hay un estado intermedio denominado dispersión coloidal.

**4.-** El último paso en la evolución de los cobres son los cobres complejados, dentro de los cuales está **DISPER Cu max**

La absorción foliar se produce a través de la cutícula mediante canales hidrófobos e hidrófilos (ectodesmos), con un tamaño máximo de apertura de 0´001 µm. Estos pequeños poros o conductos permiten el paso de ciertas sustancias al interior de los tejidos de la planta.

La absorción foliar está condicionada por el tamaño de partícula, pero no es el único factor. Es decir, si una molécula es más grande que el poro por donde va a pasar, no entra, pero si es más pequeña, entonces depende de otros factores como la tensión superficial, carga eléctrica, tamaño y ángulo de gota, humedad, etc.....

La absorción a través de los estomas, a pesar de constituir "poros" más grandes (diámetro máximo de poro de 4-10 µm), están muy influenciados por el gradiente de transpiración. Así que, a pesar de lo creído comúnmente, y favorecido por la escasa superficie ocupada en la hoja (1-5% como máximo), los estomas no tienen ninguna significación en la asimilación de nutrientes vía foliar.

Lo expuesto anteriormente, se resume en este esquema:

## **EVOLUCIÓN DE LOS PRODUCTOS DE COBRE**

a) SULFATO DE COBRE **CuSO<sub>4</sub>**

b) CALDO BORDELÉS **CuSO<sub>4</sub> · 3Cu(OH) 3CaSO<sub>4</sub>**

- c) OXICLORURO DE COBRE  $\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$
- d) HIDRÓXIDO DE COBRE  $\text{Cu}(\text{OH})_2$
- e) ÓXIDO DE COBRE  $\text{CuO}$
- f) COBRE COMPLEJADO  $\text{XX Cu}^{2+}$

### LA COMPOSICIÓN DEL PRODUCTO Y SU ACCIÓN

**DISPER Cu max** es un producto en forma de **GRÁNULOS 100% solubles** que contiene **COBRE** complejado con **GLUCONATO** y **LIGNOSULFONATO**.

### EL COBRE

El cobre forma parte de enzimas fundamentales para el metabolismo de la planta en relación con la síntesis de sustancias fenólicas y fitoalexinas:

- Polifenol oxidasa (Fenolasa). Cataliza dos importantes reacciones:  
La hidroxilación de monofenoles a orto-**difenoles**.  
La oxidación de los orto-difenoles a **quinonas**.
- Laccasa. Cataliza otra reacción importante:  
La oxidación a quinonas de varios **polifenoles** y otros compuestos como hidroquinona, guayacol y pirogalol.
- Diamina oxidasa. Cataliza la oxidación para formar **poliaminas**, que son un tipo de reguladores del crecimiento que potencian la resistencia de la planta ante condiciones de estrés.

*Las fitoalexinas son moléculas de naturaleza fenólica (mono-polifenoles) que crea la propia planta para defenderse de los patógenos (para los cuales son moléculas tóxicas). El cobre favorece el metabolismo de las sustancias fenólicas, y por tanto, potencia la resistencia de la planta frente a ataques de patógenos.*

El cobre, además, por sí solo, es capaz de interferir la germinación de esporas cuando se encuentra a concentraciones algo superiores a las habituales en el tejido vegetal. Las esporas son capaces de estar adheridas a los iones  $\text{Cu}^{2+}$  del medio, sustituyendo a los iones  $\text{H}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ , presentes en la superficie celular. Esta sustitución ocasiona una alteración de la semipermeabilidad de la membrana, facilitando la penetración de los iones  $\text{Cu}^{2+}$  al interior de las células.

En el interior de las esporas, los iones  $\text{Cu}^{2+}$  se fijan sobre diversos grupos químicos, como por ejemplo, los imidazoles, carboxilos, fosfatos, sulfhídricos, aminas o hidroxilos, presentes en numerosas proteínas enzimáticas. Esta unión produce un efecto tóxico (desnaturalización proteica) que perturba el correcto funcionamiento celular.

El cobre, como elemento nutricional, presenta además las siguientes funciones:

- a) Forma parte de mitocondrias y semillas
- b) Estimula la síntesis de proteína
- c) Interviene en el proceso de transpiración
- d) Forma parte de numerosos enzimas

### **EL GLUCONATO COMO COMPLEJANTE DEL COBRE**

El gluconato (o ácido glucónico) es un agente complejante para muchos iones metálicos. Su capacidad quelatante/complejante fue descubierta a principios del siglo XX, y ha sido empleado en agricultura para tal función desde hace más de 20 años.

El ácido glucónico es una sustancia orgánica biodegradable, clasificada como sustancia no tóxica. Se trata de una molécula de tipo azúcar-ácido, de bajo peso molecular, inocua para los seres vivos y respetuosa con el medio ambiente. De hecho, se utiliza para la alimentación humana en muchos casos.

El complejo que forma con el cobre se caracteriza por proteger al ión y mantenerlo estable en un amplio rango de pH. El complejo es inerte, no reaccionando químicamente con los demás componentes de las soluciones nutritivas, y por tanto mantiene el cobre disponible y asimilable para la planta.

Desde el punto de vista del metabolismo vegetal, el gluconato actúa sobre la reserva energética (en carbohidratos como el almidón), interviene en la formación de la celulosa de paredes celulares, y se combina con otros compuestos en forma de glucósidos los que contribuyen a solubilizar los fluidos biológicos.

### **EL LIGNOSULFONATO COMO COMPLEJANTE DEL COBRE**

El lignosulfonato o ácido lignosulfónico lo constituyen un grupo de moléculas con estructura carbonada con unos estándares no del todo establecidos, obtenidas a partir del tratamiento de la **madera**.

Se trata de un compuesto 100% orgánico de procedencia **natural**, totalmente inocuo para los seres vivos, en cuya composición se encuentran: derivados de la lignina. Compuestos fenólicos, carbohidratos, ácidos sulfónicos de azúcares,...

El efecto complejante/quelatante del lignosulfonato es conocido y aplicado en la agricultura (así como en la industria química) desde hace muchos años. Además, desde hace 15 años, su uso agrícola se ha incrementado notablemente.

Desde el punto de vista histológico, los componentes del lignosulfonato, ayudados por el cobre, pueden entrar a formar parte del metabolismo de los fenoles, polifenoles y quinonas, dando

lugar a formación de ligninas en el tejido, lo cual incrementará su resistencia (desde el punto de vista físico) a los ataques de patógenos.

El efecto del lignosulfonato en la absorción foliar:

La capacidad de la cutícula (capa externa de la hoja) para dejar pasar sustancias a través de sus poros hidrofóbicos e hidrofílicos, que es lo que comúnmente se conoce como **permeabilidad** de la **cutícula**, se ve alterada en determinadas condiciones.

En una aplicación foliar hay moléculas que producen cambios morfológicos que incrementan la permeabilidad de la cutícula, permitiendo aumentar el diámetro de apertura de poros, y por tanto, la asimilación de las moléculas de la solución nutritiva.

El **lignosulfonato** es una de estas moléculas que mejora la **penetración** de las moléculas a las que acompaña en la aplicación foliar.

### 3.- EFECTOS Y EFICIENCIA EN EL CULTIVO

#### LA ABSORCIÓN FOLIAR DE DISPER Cu max

El cobre complejado o quelatado tiene un mecanismo de absorción foliar totalmente diferente a los productos cúpricos solubles (como el sulfato) o insolubles (como oxiclорuros, hidróxidos, óxidos,...).

**Los productos solubles**, y concretamente el sulfato de cobre, tiene varios inconvenientes como producto de cobre en su aplicación foliar:

- Al estar el **cobre desprotegido**, su mezcla con cualquier ión (anión) que tenga cierta afinidad por este cobre puede inactivarlo para aplicación foliar y/o precipitarlo. Además, si la mezcla tiene un pH mayor de 5, disminuye drásticamente la absorción foliar de cobre (procedente de sulfato), cuyo pH óptimo es de 3-5.

- Al ser una sal, se disocia en iones  $\text{Cu}^{+2}$  y  $\text{SO}_4$

Es necesario recordar que la absorción foliar está condicionada por muchos factores externos (tensión superficial, diámetro de gota, humedad,...) e internos de la propia planta.

Dentro de estos últimos, es muy importante la influencia de la carga eléctrica en la difusión de iones. La **cutícula** es una capa externa de la hoja con una carga eléctrica **negativa**, de tal forma que al entrar en contacto con ella una disolución de iones como la del sulfato, los aniones ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) son repelidos y los cationes ( $\text{Cu}^{+2}$ ) se **adhieren** a la superficie externa de la cutícula.

*Este efecto hace que la eficiencia de asimilación vía foliar sea muy baja en el caso de aplicación de sales.*

**En el caso de los productos insolubles**, el mecanismo, es muy sencillo, ya que el porcentaje de penetración del cobre dentro de la planta es prácticamente nulo es necesario aplicar una alta cantidad de producto y de cobre metal. Los iones de Cu sólo pueden ir penetrando en la planta en muy pequeñas cantidades, y liberándose durante un periodo de tiempo prolongado,

durante el cual la actividad del producto se puede ver influenciada por las lluvias (lavado). Además, esta dificultad en la penetración se traslada a las moléculas que acompañan al producto, de tal manera que no favorece la absorción foliar de otros productos nutricionales o fitosanitarios que se mezclen en la aplicación.

**DISPER Cu max**, al estar complejado tiene como diferencias principales:

- Penetra en la planta, ya que es un producto totalmente soluble, con lo cual las dosis de aplicación son muy bajas, porque el producto es totalmente **activo**. La absorción del cobre complejado, en comparación con el sulfato tiene una **eficacia** superior (de hasta 10 veces mayor). Esta penetración de la formulación permite que el cobre actúe a nivel subcuticular.
- Su eficiencia de absorción foliar es alta en comparación con las sales (sulfatos), ya que los iones de Cu+2 quedan neutralizados (con carga eléctrica neutra) al presentarse complejados. Esta carga nula favorece que el cobre circule libremente por la superficie externa de la cutícula y se produzca la absorción por sus poros. Esta absorción es muy fácil para la planta, ya que el cobre no se adhiere a la capa externa de la cutícula, y **no es tóxica** para la planta porque se está aplicando a una concentración muy baja en comparación al sulfato (que habitualmente quema).

### **ECOLOGÍA Y USOS DE LOS COBRES**

El cobre está permitido en agricultura ecológica:

*"Siguiendo las disposiciones recogidas en el anexo II del Reglamento CEE 2092/91 del Consejo de 4 de junio de 1991, y del Reglamento CEE 1988/97, sobre Producción Agrícola y Ecológica, los **productos cúpricos** en sus diferentes familias están presentes en este tipo de producción".*

Sin embargo, el exceso de cobre en el medio ambiente constituye un problema, ya que afecta directamente a:

- La fauna auxiliar (insectos y ácaros)
- Los organismos presentes en el suelo (bacterias, lombrices,...)
- A la fauna acuícola a nivel de la cuenca hidrográfica de un río

Por tanto, la última legislación ha establecido unos límites máximos de cobre a aplicar en el año actual y en los sucesivos, siendo cada año más restrictiva en la cantidad total de cobre a aplicar.

**Reglamento 2092/91 CEE de 24 de junio** sobre producción agraria ecológica.

*"Hasta el 31 de diciembre de 2005, un límite máximo de 8 kg de cobre/Ha y año, y a partir del 1 de enero de 2006 hasta **6 kg de cobre/Ha y año** (...).*

*En el caso de cultivos perennes, los Estados miembros podrán establecer, como excepción al apartado anterior, la aplicación de los niveles máximos en las siguientes condiciones:*

- la cantidad total máxima utilizada desde el 23 de marzo de 2002 hasta el 31 de diciembre de 2006 no rebasará los **38 kg de cobre/ha**.

- Desde el 1 de enero de 2007, la cantidad máxima que podrá utilizarse cada año por hectárea se calculará restando las cantidades realmente utilizadas a lo largo de los cuatro años anteriores de la cantidad máxima total igual a, respectivamente **36, 34, 32 y 30 kg de cobre/ha** para los años 2007, 2008, 2009 y 2010 y los años siguientes."

Para una misma actividad del cobre en la planta, la cantidad de cobre aplicado al medio usando **DISPER Cu max** es muy diferente con respecto a la mayoría de cobres (oxicloruros, hidróxidos, óxidos), ya que el cobre (metal) de **DISPER Cu max** totalmente **activo**, mientras en el resto de productos no lo es.

Mientras que la mayoría de cobres (oxicloruros,...) se viene aplicando a 3-4 Kg/1000L, **DISPER Cu max** se aplica a 1 Kg/1000L. Y mientras el contenido en cobre de los primeros es del 50%, **DISPER Cu max** sólo necesita un 14% de Cu (%p/p). Estos números implican que la cantidad total de cobre aplicada al medio ambiente con **DISPER Cu max** es del orden de un 80 a 90% inferior que en el resto de productos.

## RESUMEN DE VENTAJAS DE DISPER Cu max

### MEJOR ABSORCIÓN FOLIAR

- Al penetrar en el tejido, se reduce considerablemente el efecto de lavado que produce la lluvia.
- El pH ligeramente ácido (4´4) facilita a la planta la absorción vía foliar.
- Aporta azúcares y polifenoles al tejido vegetal.
- Mejora la relación C/N.
- La aplicación en horticolas no deja residuos en frutos (no mancha).
- Al no manchar (no forma película) no reduce la tasa de fotosíntesis.

### VENTAJAS EN EL MEDIO AMBIENTE

- Es compatible con la agricultura ecológica/orgánica.
- Al reducir entre un 80 a 90% la aplicación de cobre, anula el impacto a los insectos, microorganismos del suelo, fauna acuícola,...

### TOXICIDAD Y ACTIVIDAD

- Su acción a nivel molecular, no crea resistencias.



- Reduce la toxicidad del cobre para el cultivo al estar aplicado a menor dosis, y en ausencia de iones cloruros, hidróxidos,...
- Reduce el riesgo de toxicidad al agricultor, al ser una materia activa menos perjudicial, menos concentrada y al estar totalmente ausente de polvo.
- La actividad penetrante del cobre mejora su efecto, en comparación con los oxiclорuros, hidróxidos y óxidos de cobre.

### APLICACIÓN

- Es altamente activo a una dosis de aplicación notablemente baja. Mientras que la mayoría de cobres se viene aplicando a 3-5 L o Kg/1000L, **DISPER Cu max** se aplica a 1 Kg/1000L. Esto implica que **DISPER Cu max** o aporta comodidad en la aplicación, ya que reduce la cantidad de producto a manejar, de 3 a 5 veces, o de la misma manera reduce el volumen de **residuos de Cu metálico entre un 80 a 90%**.

Ejemplo de una aplicación real *para un huerto con un gasto de 2000 Lt. agua/ha:*

- Residuos Cu metálico generado por un óxido de cobre al 75% de Cu p/p.

- Dosis: 200 gr/100L
- Residuos Cu metálico= **3 kg/ha**

- Residuos Cu metálico generado por **DISPER Cu max:**

- Dosis: 125 gr/100L
- Residuos Cu metálico= **0,350 kg/ha**

### Reducción de residuos de metal pesado del 88,3 %.

- Un dato interesante es que las necesidades de los cultivos en cobre son modestas, varían entre **25 a 150 gr/ha** (Domínguez, Alonso, "Los microelementos en la agricultura", Versión española, 1988), por lo cual, los excesos se acumulan año tras año en el suelo, afectando la microbiología benéfica.

- Por último, y no menos importante, al constituir un gránulo **DISPER**, su manejo es mucho mejor que el resto de productos líquidos o sólidos (polvo) debido a que evita la pérdida de producto y la intoxicación por inhalación (muy notable en la mayoría de oxiclорuros e hidróxidos sólidos) y su disolución es perfecta lo que evita problemas de obstrucciones y precipitaciones.

### 4.- RIQUEZA GARANTIZADA

**DISPER Cu max** está compuesto por:

**Cobre** (Cu) complejado ----- 14,0 %

Agentes complejantes: ácido **lignosulfónico** y ácido **glucónico**

El cobre es totalmente soluble y se encuentra complejado al 100%.

Intervalo de pH para garantizar la estabilidad del agente complejante: 4-9

## 5.- FORMULACIÓN

**DISPER Cu max** está formulado en forma de Gránulo Soluble (GS) en agua. Son gránulos de última generación:

- Granulación homogénea.
- No hay presencia de polvo.
- Manejo fácil y rápido.
- No deja residuos ni produce obturaciones en la maquinaria de aplicación.

*Los elementos contenidos en **DISPER Cu max** se encuentran en forma de gránulo 100% soluble y por tanto son directamente asimilables para el cultivo.*

## 6.- APLICACIÓN DEL PRODUCTO

**DISPER Cu max** puede aplicarse tanto vía foliar como vía riego, ya que es fácilmente absorbido por la planta.

Su uso está recomendado para todo tipo de cultivos. Se recomienda su aplicación en los estadios del cultivo más propensos a las necesidades.

Pulverización: realizar aplicaciones a 100 – 150 g/100 litros de agua.

Fertirrigación: realizar aplicaciones de 1 Kg/ha.

El número total de aplicaciones dependerá del cultivo y grado de afección o carencia. Dentro del rango de dosis para aplicación foliar, para cultivos leñosos usar las más elevadas en otoño y las menores dosis en primavera.

### **Presentación:**

Bolsas de 2,5 kg

Revisado 24.12.13