Cobre en el Bioestabilizado

CONTENIDO DE COBRE EN EL BIOESTABILIZADO ¿TIENE EFECTOS EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE MAÍZ?.

Columna técnica Juan Hirzel (ing. agrónomo M.sc.DR INIA)

Como se ha señalado en artículos anteriores, el uso de Bioestabilizado es una muy buena alternativa de aporte nutricional y materia orgánica para suelos de uso agrícola, pero normalmente presenta concentraciones de Cobre (Cu) que superan los niveles de referencia considerados hasta la fecha como adecuados para enmiendas orgánicas compostadas. Al respecto, cabe señalar que cuando el cobre ingresa al suelo, independiente de la fuente de cobre usada, este micronutriente puede seguir varias vías; fijación en las arcillas, formación de complejos orgánicos estables con la materia orgánica del suelo, formación de precipitados con minerales del suelo, o ser absorbido por la planta. A su vez, el suelo de manera natural genera aportes de cobre a través de procesos de meteorización de los minerales del suelo, mineralización de la materia orgánica, desorción del cobre retenido en las arcillas, o procesos de disolución química, existiendo una gran amplitud de concentraciones de cobre en los suelos del país. Por ejemplo, se pueden encontrar suelos con niveles muy altos de cobre como los ubicados en las riveras del río Cachapoal, y suelos con niveles muy bajos como los arenales de la región del Bío Bío.

Fuentes de aporte de cobre al suelo son por ejemplo; las aguas de riego, la aplicación de materia orgánica (enmiendas orgánicas o residuos de cultivos) y fertilizantes fosforados, dado que la roca fosfórica con la cual se elaboran estos fertilizantes fosforados presentan concentraciones de cobre mayores a la concentración normal de muchos suelos.

El manejo nutricional puede generar cambios en la disponibilidad de cobre en el suelo y en la absorción por el cultivo. Por ejemplo, la fertilización combinada con nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) pueden inducir deficiencias de cobre. Por su parte, un aumento en el crecimiento de plantas como efecto de la aplicación de N puede generar dilución del cobre dentro de la planta y con ello una reducción de su concentración. Incrementos en la dosis de N puede generar una reducción en la movilidad de Cobre dentro de las plantas, y de la traslocación desde tejidos maduros a tejidos nuevos. Por su parte, altas concentraciones de hierro, fósforo o zinc en la solución del suelo, generan una disminución en la absorción de cobre por la planta. Finalmente, dentro de las plantas sensibles a la deficiencia de cobre se puede señalar el trigo, arroz, alfalfa, lechugas, zanahoria, espinaca, cebollas y cítricos. Dentro de las plantas moderadamente sensibles a la deficiencia de este elemento se encuentra la cebada, avena, maíz y el trébol. Pocos antecedentes existen respecto de las plantas sensibles a la toxicidad por cobre.

Para determinar los efectos del cobre aportado por el uso de bioestabilizado en el cultivo de maíz, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias llevó a cabo 2 experimentos durante la temporada 2010-2011, en las estaciones experimentales de la empresa SEMAMERIS (Talca, suelo franco arcilloso sedimentario de alta fertilidad) y del campo experimental Santa Rosa de INIA Quilamapu (Chillán, suelo franco limoso de origen volcánico sobre sustrato aluvial, de fertilidad media). El híbrido utilizado en ambos experimentos fue Divino-SEMAMERIS. Los tratamientos evaluados en ambos experimentos fueron los siguientes:

1. Control sin fertilización.
2. Fertilización Convencional (nitrógeno (N), fósforo (P), y potasio (K)) con fuentes conocidas (urea, superfosfato triple, muriato de potasio) en dosis iguales al aporte del Bioestabilizado para una dosis equivalente de 350 kg de N/ha.
3. Bioestabilizado en dosis de N equivalente a 350 kg/ha (15,33 ton/ha). La relación de N:P₂O₅:K₂O en el bioestabilizado fue 1:1,44:0,5.
4. Tratamiento Bioestabilizado en dosis de N equivalente a 700 kg/ha (30,65 ton/ha).
5. Tratamiento Bioestabilizado en dosis de N equivalente a 1.400 kg/ha (61,31 ton/ha).

El diseño experimental fue de bloques completamente al azar con 4 repeticiones, con lo cual se obtuvo un total de 20 unidades experimentales. Además de análisis de varianza se utilizó el test de Tukey para comparación de medias con un 5% de significancia.

Los aportes de cobre en cada tratamiento (de acuerdo a la concentración de cobre del Bioestabilizado) se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Aportes de cobre con cada tratamientos de fertilización.

Tratamiento	Aporte de Cobre (kg/ha)
Control (C)	0
Fertilización Convencional 350 kg N/ha (FC)	0 *
Bioestabilizado 350 kg N/ha (B1)	48,6
Bioestabilizado 700 kg N/ha (B2)	97,2
Bioestabilizado 1.400 kg N/ha (B3)	194,4

*No se considera el bajo aporte de Cobre del Superfosfato triple

La producción de materia seca total en las plantas de maíz se presenta en la figuras 1 y 2, para Talca y Chillán, respectivamente. El rendimiento de grano del maíz se presenta en la figuras 3 y 4, para Talca y Chillán, respectivamente. A su vez, la

concentración de cobre en planta entera y granos de maíz se presenta en el cuadro 2 y 3, para Talca y Chillán, respectivamente. La extracción de cobre en planta entera y granos de maíz se presenta en las figuras 5 y 6, para Talca y Chillán, respectivamente.

Los resultados indican que el uso de bioestabilizado en dosis crecientes no afecta las concentración de Cobre en el grano de maíz, respecto del uso de fertilización convencional, en tanto que en planta entera, en una de las localidades se presentó incluso una menor concentración de cobre con el uso de bioestabilizado respecto de la fertilización convencional. Por su parte, la extracción de cobre en planta entera con el uso de bioestabilizado en dosis crecientes fue similar o inferior a lo obtenido con el uso de fertilización convencional, dependiendo de la localidad de evaluación.

La producción de materia seca total sólo presentó diferencias entre tratamientos en una de las localidades de evaluación, asociado a su menor nivel de fertilidad del suelo y por tanto mayor respuesta a la fertilización aplicada, con una relación directamente proporcional entre el aumento de la dosis de bioestabilizado y la producción de materia seca obtenida. Esta producción de materia seca no tuvo relación con la extracción de cobre generada en cada tratamiento.

El rendimiento de grano con el uso de bioestabilizado en dosis crecientes fue inferior o similar a la fertilización convencional, en función de la localidad de evaluación, asociado a la potencialidad de rendimiento de cada zona y a la tasa de entrega de N con cada tratamiento de fertilización (mayor con el uso de fertilización convencional).

En consecuencia, el aporte de Cobre a través del uso de Bioestabilizado en diferentes dosis para un cultivo de maíz no afecta la concentración y extracción de este nutriente por el cultivo, y tampoco afecta la productividad de este cultivo.

Figura 1. Producción de Materia Seca total en un cultivo de maíz manejado con 5 tratamientos de fertilización que incluyen el uso de fertilización convencional (FC) en dosis de N equivalente a 350 kg/ha y bioestabilizado (B) en dosis crecientes equivalentes a 350 (B1), 700 (B2) y 1.400 (B3) kg N/ha. Talca 2010-2011.

Letras distintas sobre las columnas indican diferencia estadística entre tratamientos según test de Tukey ($p < 0,05$).

Figura 2. Producción de Materia Seca total en un cultivo de maíz manejado con 5 tratamientos de fertilización que incluyen el uso de fertilización convencional (FC) en dosis de N equivalente a 350 kg/ha y bioestabilizado (B) en dosis crecientes equivalentes a 350 (B1), 700 (B2) y 1.400 (B3) kg N/ha. Chillán 2010-2011.

Letras distintas sobre las columnas indican diferencia estadística entre tratamientos según test de Tukey ($p < 0,05$).

Figura 3. Rendimiento de grano en un cultivo de maíz manejado con 5 tratamientos de fertilización que incluyen el uso de fertilización convencional (FC) en dosis de N equivalente a 350 kg/ha y bioestabilizado (B) en dosis crecientes equivalentes a 350 (B1), 700 (B2) y 1.400 (B3) kg N/ha. Talca 2010-2011.

Letras distintas sobre las columnas indican diferencia estadística entre tratamientos según test de Tukey ($p < 0,05$).

Figura 4. Rendimiento de grano en un cultivo de maíz manejado con 5 tratamientos de fertilización que incluyen el uso de fertilización convencional (FC) en dosis de N equivalente a 350 kg/ha y bioestabilizado (B) en dosis crecientes equivalentes a 350 (B1), 700 (B2) y 1.400 (B3) kg N/ha. Chillán 2010-2011.

Letras distintas sobre las columnas indican diferencia estadística entre tratamientos según test de Tukey ($p < 0,05$).

Cuadro 2. Concentración de Cobre en plantas de maíz y en el grano frente a 5 tratamientos de fertilización que incluyen el uso de fertilización convencional (FC) en dosis de N equivalente a 350 kg/ha y bioestabilizado (B) en dosis crecientes equivalentes a 350 (B1), 700 (B2) y 1.400 (B3) kg N/ha. Talca 2010-2011.

Tratamiento	Concentración de Cobre en planta entera(ppm)	Concentración de cobre en el grano(ppm)
Control (C)	3,00 b	2,2 a
Fertilización Convencional 350 kg N/ha (FC)	4,53 a	2,4 a
Bioestabilizado 350 kg N/ha (B1)	3,28 b	2,5 a
Bioestabilizado 700 kg N/ha (B2)	1,05 c	2,6 a
Bioestabilizado 1.400 kg N/ha (B3)	0,60 c	2,9 a

Letras distintas en una misma columna indican diferencia estadística entre tratamientos según test de Tukey ($p < 0,05$).

Cuadro 3. Concentración de Cobre en plantas de maíz y en el grano frente a 5 tratamientos de fertilización que incluyen el uso de fertilización convencional (FC) en dosis de N equivalente a 350 kg/ha y bioestabilizado (B) en dosis crecientes equivalentes a 350 (B1), 700 (B2) y 1.400 (B3) kg N/ha. Chillán 2010-2011.

Tratamiento	Concentración de Cobre en planta entera(ppm)	Concentración de cobre en el grano(ppm)
Control (C)	2,40 a	1,83 b
Fertilización Convencional 350 kg N/ha (FC)	3,38 a	2,08 ab
Bioestabilizado 350 kg N/ha (B1)	3,18 a	1,95 b
Bioestabilizado 700 kg N/ha (B2)	2,42 a	2,13 ab
Bioestabilizado 1.400 kg N/ha (B3)	2,38 a	2,40 a

Letras distintas en una misma columna indican diferencia estadística entre tratamientos según test de Tukey ($p < 0,05$).

Figura 5. Extracción de cobre en un cultivo de maíz manejado con 5 tratamientos de fertilización que incluyen el uso de fertilización convencional (FC) en dosis de N equivalente a 350 kg/ha y bioestabilizado (B) en dosis crecientes equivalentes a 350 (B1), 700 (B2) y 1.400 (B3) kg N/ha. Talca 2010-2011.

Letras distintas sobre las columnas indican diferencia estadística entre tratamientos según test de Tukey ($p < 0,05$).

Figura 6. Extracción de cobre en un cultivo de maíz manejado con 5 tratamientos de fertilización que incluyen el uso de fertilización convencional (FC) en dosis de N equivalente a 350 kg/ha y bioestabilizado (B) en dosis crecientes equivalentes a 350 (B1), 700 (B2) y 1.400 (B3) kg N/ha. Chillán 2010-2011.

Letras distintas sobre las columnas indican diferencia estadística entre tratamientos según test de Tukey ($p < 0,05$).