

# Zinc en el Bioestabilizado

## CONTENIDO DE ZINC EN EL BIOESTABILIZADO ¿TIENE EFECTOS EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE MAÍZ?

---

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 Zinc (Zn) que superan los niveles de referencia considerados hasta la fecha como adecuados para enmiendas orgánicas compostadas. En relación a la aplicación de este elemento, cuando el Zinc ingresa al suelo, independiente de la fuente de zinc 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 (similar al ciclo del cobre en el suelo). Suelos con arcillas amorfas generan precipitación del zinc en agregados que presentan hierro y oxígeno ( $ZnFe_2O_4$ ) o en reacción con silicatos ( $ZnSiO_4$ ). También se generan efectos antagónicos con otros micronutrientes catiónicos como el hierro y el cobre. A su vez, el suelo de manera natural genera aportes de zinc a través de procesos de meteorización de los minerales del suelo, mineralización de la materia orgánica, desorción del zinc retenido en las arcillas, o procesos de disolución química, existiendo una gran amplitud de concentraciones de zinc en los suelos del país. Por ejemplo, se pueden encontrar suelos con niveles muy altos de zinc como los sujetos a aplicaciones continuas de purines, lodos u otras enmiendas orgánicas ricas en este nutriente, y suelos con niveles muy bajos como los arroceros de la región del Maule y los graníticos del secano interior y valles cercanos a la cordillera de la costa entre las regiones de Valparaíso al Bío Bío.

---

Fuentes de aporte de zinc al suelo son, por ejemplo; la aplicación de materia orgánica (enmiendas orgánicas o residuos de cultivos) y fertilizantes en base a zinc. La disponibilidad del zinc en el suelo está determinada principalmente por el pH. En la medida que el suelo se acidifica por diversos factores (aplicación de fertilizantes de reacción ácida, extracción de nutrientes de reacción básica por la planta, lixiviación de bases por la lluvia y el riego no controlado, mineralización de la materia orgánica) se incrementa la disponibilidad de zinc. De forma contraria, cuando el pH del suelo aumenta (producto del encalado o de la aplicación de fertilizantes y enmiendas orgánicas de reacción básica) se reduce la disponibilidad de zinc.

El manejo nutricional puede generar cambios en la disponibilidad de zinc en el suelo y en la absorción por el cultivo. Por ejemplo, el uso de fertilizantes fosforados genera precipitación de zinc (fosfatos de zinc) reduciendo su disponibilidad. Por su parte, el encalado genera adsorción directa de zinc en la superficie del carbonato de calcio, como también reducción de disponibilidad por el aumento de pH. La aplicación de enmiendas orgánicas (materia orgánica) puede generar complejos orgánicos con este micronutriente. Finalmente, dentro de las plantas sensibles a la deficiencia de zinc se puede señalar leguminosas de grano, maíz, arroz, cebollas, frutales de hoja caduca, cítricos y pinos. Dentro de las plantas moderadamente sensibles a la deficiencia de este elemento se encuentra la alfalfa, trigo, cebada, papas, remolacha, tomates y el trébol. Pocos antecedentes existen respecto de las plantas sensibles a la toxicidad por zinc.

Para determinar los efectos del zinc 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:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O 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 zinc en cada tratamiento (de acuerdo a la concentración de zinc del Bioestabilizado) se presentan en el cuadro 1.

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

Tratamiento	Aporte de Zinc (kg/ha)
Control (C)	0
Fertilización Convencional 350 kg N/ha (FC)	0
Bioestabilizado 350 kg N/ha (B1)	22,27
Bioestabilizado 700 kg N/ha (B2)	44,54
Bioestabilizado 1.400 kg N/ha (B3)	89,08

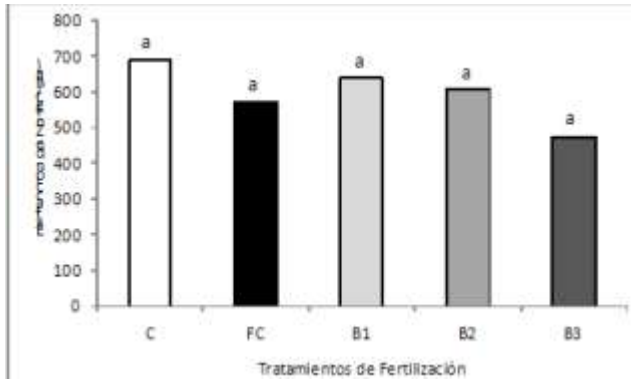
La producción de materia seca total en las plantas de maíz se presenta en la figuras 1 y 2, para Talca y Chillán, respectivamente. El rendimiento de grano del maíz se presenta en la figuras 3 y 4, para Talca y Chillán, respectivamente. A su vez, la concentración de zinc en planta entera y granos de maíz se presenta en el cuadro 2 y 3, para Talca y Chillán, respectivamente. La extracción de zinc en planta entera y granos de maíz se presenta en las figuras 5 y 6, para Talca y Chillán, respectivamente. La relación obtenida entre la dosis de Zinc y la extracción de este nutriente en planta entera y grano para la localidad de Chillán se presenta en la figura 7.

Los resultados indican que 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 (Figuras 1 y 2). Esta producción de materia seca no tuvo relación con la extracción de zinc generada en cada tratamiento (Figuras 5 y 6).

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) (Figuras 3 y 4).

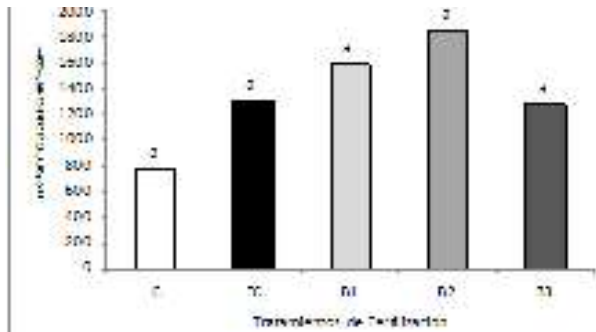
El uso de Bioestabilizado en dosis crecientes no afectó la concentración de Zinc en el grano de maíz, respecto del uso de fertilización convencional, e incluso fue similar al control sin fertilización (Cuadro 2 y 3). Por su parte, la extracción de Zinc en planta entera con el uso de Bioestabilizado en dosis crecientes fue similar a la fertilización convencional y control sin fertilización (Figuras 5 y 6). Respecto a los tratamientos con Bioestabilizado, las dosis crecientes presentaron una tendencia a la reducción en la extracción de Zinc en una de las localidades, y una tendencia errática en la otra localidad de evaluación (Figuras 5, 6 y 7).

En consecuencia, el aporte de Zinc 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.



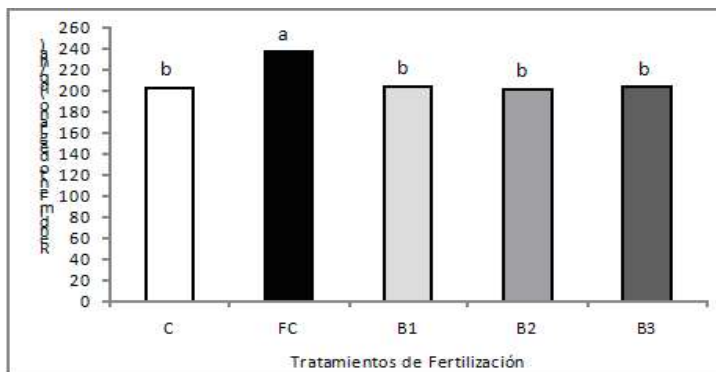
**Figura 1.** Producción de Materia Seca total en un cultivo de maíz manejado con 5 tratamientos de fertilización que incluyen el uso de fertilización convencional (FC) en dosis de N equivalente a 350 kg/ha y Bioestabilizado (B) en dosis crecientes equivalentes a 350 (B1), 700 (B2) y 1.400 (B3) kg N/ha.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

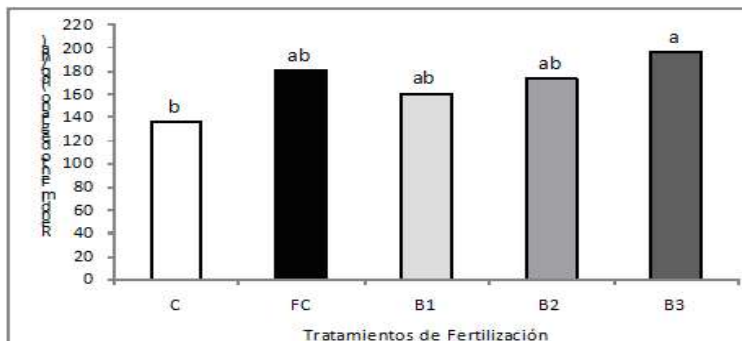
Letras distintas sobre las columnas indican diferencia estadística entre tratamientos según test de Tukey ( $p < 0,05$ ).



**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 Zinc 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 Zinc en planta entera(ppm)	Concentración de Zinc en el grano(ppm)
Control (C)	21,2 a	26,2 a
Fertilización Convencional 350 kg N/ha (FC)	14,7 b	29,6 a
Bioestabilizado 350 kg N/ha (B1)	17,2 ab	32,6 a
Bioestabilizado 700 kg N/ha (B2)	16,6 ab	33,8 a
Bioestabilizado 1.400 kg N/ha (B3)	13,5 b	30,6 a

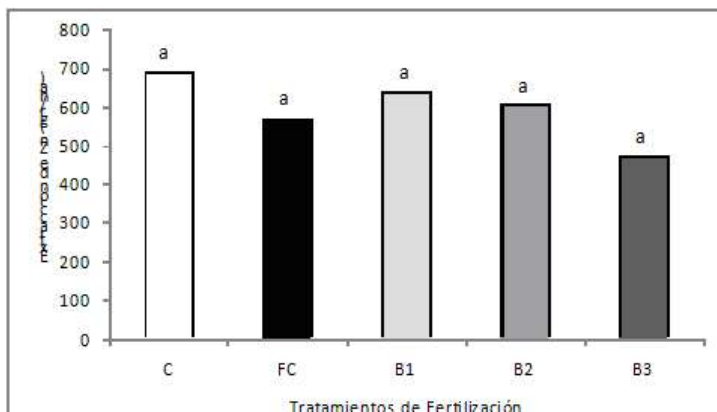
Letras distintas en una misma columna indican diferencia estadística entre tratamientos según test de Tukey ( $p < 0,05$ ).

**Cuadro 3.** Concentración de Zinc 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 Zinc en planta entera(ppm)	Concentración de Zinc en el grano(ppm)
Control (C)	42,1 a	42,0 a
Fertilización Convencional 350 kg N/ha (FC)	50,9 a	26,2 a
Bioestabilizado 350 kg N/ha (B1)	76,1 a	23,7 a

Bioestabilizado 700 kg N/ha (B2)	67,1 a	42,3 a
Bioestabilizado 1.400 kg N/ha (B3)	41,4 a	24,2 a

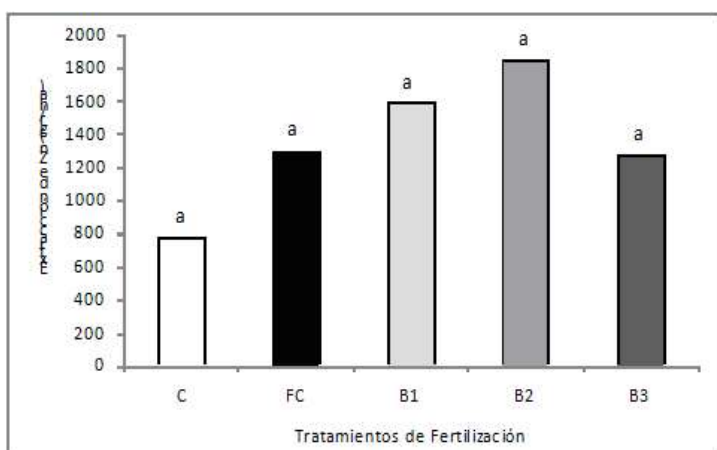
Letras distintas en una misma columna indican diferencia estadística entre tratamientos según test de Tukey ( $p < 0,05$ ).



**Figura 5.** Extracción de zinc 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.

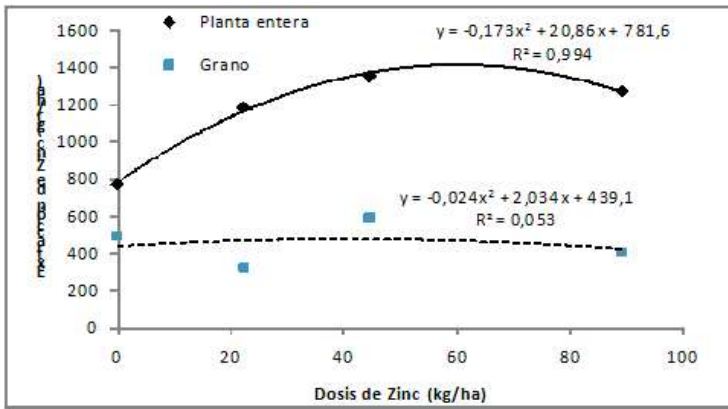
Letras distintas sobre las columnas indican diferencia estadística entre tratamientos según test de Tukey ( $p < 0,05$ ).



**Figura 6.** Extracción de zinc 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 7.** Relación entre la dosis de

Zinc aplicada con el Bioestabilizado en dosis crecientes (350, 700 y 1.400 kg/ha) y la extracción de este elemento en planta entera y grano. Chillán 2010-2011.