

# EFFECTO DE LA APLICACION DE MICROELEMENTOS Y DE AZUFRE EN EL RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES, EN MAIZ (*Zea mays* L.)<sup>1</sup>

## Effect of microelements and sulphur application on corn (*Zea mays* L.) yield and its components

Alfredo Luchsinger L.<sup>2</sup>

### SUMMARY

The effect of the application on corn of microelements (zinc, copper, iron and manganese) and sulphur was studied. The analyzed variables were grain yield, plant height and ear length and diameter. The applied elements had no significant influence on the measured parameters, with the doses, soil and climatic conditions of this study, and no deficiency symptoms were observed. These results agree with a previous study done by the author and associates (1981).

### INTRODUCCION

Los microelementos son requeridos por las plantas en pequeñas cantidades y la carencia, el nivel óptimo y el exceso, están determinados por un margen muy estrecho. Se destacan: Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), Cinc (Zn), Cobre (Cu), Boro (B) y Molibdeno (Mo). Las plantas requieren de una nutrición equilibrada para desarrollarse y expresar su potencial, por lo que las aplicaciones de estos elementos en cultivos han producido aumentos de rendimiento, en algunos estudios.

Las deficiencias de microelementos son muy comunes en una amplia gama de suelos y en condiciones muy diversas. Sin embargo, Aldrich y Leng (1974) indican que ellas se presentan en suelos fuertemente desgastados, de preferencia.

Cuando una planta carece de alguno de estos nutrientes, su desarrollo se afecta, aunque la deficiencia sea leve y, por consiguiente, es difícil detectarla (CIAT, 1977). La sintomatología visual permite diagnosticar la carencia; pero para una evaluación de la misma, es necesario recurrir al análisis de tejidos y de suelos.

Ignatieff y Page (1959) señalan que las deficiencias pueden producirse por fijación del elemento en el suelo, permaneciendo en forma no asimilable, por lo que agregando formas solubles a algunos suelos, existen probabilidades de que se fijen. Esto se obvia empleando compuestos retentivos (agentes quelantes). Otra forma de eliminar las deficiencias, consiste en mezclar los microelementos con algunos fertilizantes comerciales.

Según Schnappinger y otros (1972), el rendimiento de grano en maíz aumentó con aplicaciones de 7 y 14 kg de Zn/ha, como  $\text{ZnSO}_4$ , y con 4,4 kg de Zn/ha, como Zn - EDTA; en ambos casos al voleo. Este efecto es corroborado por Blue, Jacome y Afre (1984).

Vanden Heuvel, Hoefst y Brinkman (1982) señalan que aplicaciones de 2,24 kg de Zn/ha (Zn-EDTA) y 56 kg de S/ha (sulfato de Ca), antes de la siembra, produjeron aumentos de rendimiento en maíz. La misma respuesta al cinc, encontraron Decaro y otros (1983), al aplicar 5-10 kg de sulfato de Zn o 10-15 kg de óxido de Zn.

Martens, Hawkins y Mc Cart (1973) aplicaron Zn en forma de  $\text{ZnSO}_4$  y Zn-EDTA, al voleo y en bandas, obteniendo aumentos de rendimiento en un cultivo de maíz. La altura de las plantas también aumentó en los tratamientos usados, especialmente con una dosis de 26,88 kg de Zn/ha.

<sup>1</sup> Recepción de originales: 27 de octubre de 1986.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Univ. de Chile, Casilla 1004, Santiago, Chile.

Reneau (1983) señala que obtuvo aumentos de rendimiento en maíz con aplicaciones de 18–28 kg de S/ha; indica que Rabuffetti y Kamprath (1979) lograron los mismos resultados, pero con dosis de 30–60 kg de S/ha.

Investigadores, como Oplinger y Ohlrogge (1974), han detectado deficiencias de Cu en ciertos suelos e informan que aplicaciones de 44,8 kg de Cu/ha fueron efectivas para aumentar el rendimiento de grano en el maíz.

En nuestro país, se ha efectuado algunos estudios sobre el papel de estos elementos en cultivos anuales, pero aún la información es poca. Luchsinger, Trujillo y Larraín (1981) indican que en maíz no hubo influencia de la aplicación de Zn, Cu, Fe, Mn y del S en el rendimiento, altura de las plantas y longitud de la mazorca; sí la hubo en diámetro de la mazorca.

Para conocer más sobre la materia, en el presente trabajo se estudia la influencia de algunos de estos microelementos (Zn, Cu, Fe, Mn) y del elemento secundario S, en maíz.

## MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó en la Estación Experimental Agronómica Antumapu, de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad de Chile, ubicada en la Comuna de La Pintana, lat. 33° 34' S, long. 70° 38' W y a 625 m.s.n.m.

Las características de clima y suelo fueron descritas por Luchsinger y otros (1981). El clima es templado cálido, con estación seca de 7–8 meses. Las precipitaciones se concentran en invierno. El suelo corresponde a la serie Santiago, con una fase delgada (20–40 cm de profundidad), clase III de capacidad de uso. La siembra se efectuó el 19 de noviembre de 1981,

usándose semilla de la variedad T–112 t, híbrido semiprecoz. Se realizó una fertilización básica de NP, con 160 kg de N (urea) y 115 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfato triple), localizado. Los microelementos Zn, Cu, Fe, Mn y el elemento S, fueron aplicados en bandas, a un costado de la hilera, 15 días después de la siembra.

La fertilización básica NP se basó en los resultados de Gandarillas, Acevedo y García (1968). En el Cuadro 1 se indican las cantidades y sustancias químicas empleadas.

El diseño experimental fue de bloques completos al azar, con 7 tratamientos y 4 repeticiones. Se sembraron 28 parcelas, cada una de ellas con 7 hileras, a una distancia de 80 y 20 cm, entre y sobre la hilera, respectivamente.

Los tratamientos fueron:

- Testigo, con fertilización básica NP
- Macronutrientes NP + Zn
- Macronutrientes NP + Mn
- Macronutrientes NP + Cu
- Macronutrientes NP + S, Fe, Cu, Mn, Zn
- Macronutrientes NP + S
- Macronutrientes NP + Fe

La cosecha se efectuó el 20 de abril de 1982, en las tres hileras centrales de cada parcela, con plantas en competencia completa y las variables medidas fueron:

- Rendimiento de grano en qq/ha (15% de humedad);
- Altura de las plantas (m), desde el suelo hasta la parte terminal de la panoja, en 10 plantas de cada parcela, elegidas al azar;

**CUADRO 1. Cantidad y calidad de las sustancias químicas empleadas en la fertilización del maíz**

**TABLE 1. Amount and quality of chemical substances used in the corn fertilization**

Nutriente	Compuesto	Dosis kg/ha	Estado físico	Material
Hierro	Quelato de hierro	3	Granulado	Sequestrene 138 Fe (60/o)
Cobre	CuSO <sub>4</sub> x 5 H <sub>2</sub> O	10	Granulado	Sal proanálisis
Manganeso	Quelato de Mn	10	Granulado	Sequestrene de Mn (120/o)
Zinc	ZnSO <sub>4</sub> x 7 H <sub>2</sub> O	30	Granulado	Sal proanálisis
Azufre	S	30	Polvo	Azufre ventilado

- Longitud de la mazorca (cm), en 10 mazorcas por parcela, elegidas al azar; y
- Diámetro de la mazorca (cm), en la misma muestra anterior.

Los resultados de campo fueron sometidos a análisis de variancia.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 2 se presentan los cuadrados medios obtenidos del análisis de variancia para las variables en estudio; en ninguna de ellas se obtuvo significación. Esto corrobora lo obtenido por Luchsinger y otros (1981), salvo en el caso del diámetro de la mazorca, en el cual estos autores encontraron significación. Los coeficientes de variación indican poca variabilidad.

El Cuadro 3 indica las mediciones obtenidas, para todas las variables en estudio. Al analizar el cuadro, los resultados indican que los tratamientos con microelementos y S, agregados en forma individual y en conjunto, en las dosis utilizadas, no influyeron en los rendimientos de maíz, lo que concuerda con lo señalado

por Luchsinger y otros (1981). En la variable diámetro de la mazorca, tampoco se encontraron diferencias significativas. Los resultados de los diferentes tratamientos son muy parecidos, notándose una pequeño incremento a partir del testigo.

La escasa respuesta a la agregación de microelementos, cuando se aplica una fertilización básica, puede estar señalando que no existe deficiencia, o que hay comprometida una de tipo múltiple (dos o más microelementos), habiéndose agregado sólo uno de ellos, más N y P. Además, pueden estar influyendo interacciones negativas (Gotardo Schenkel S. y Pedro Baherle V. (INIA), comunicación personal).

De los resultados obtenidos en este trabajo, se puede concluir que los microelementos Zn, Mn, Cu, Fe y el S, aplicados en las dosis indicadas, no mostraron influenciar el cultivo de maíz, en las condiciones de suelo y clima descritos. Los resultados obtenidos corroboran lo encontrado por Luchsinger y otros (1981), en lo que se refiere a las variables rendimiento de grano, altura de las plantas y longitud de la mazorca; sin embargo, para diámetro de la mazorca, no hubo coincidencia, pues en el trabajo recién citado, se observó efecto significativo.

**CUADRO 2. Fuentes de variación, grados de libertad, cuadrados medios y coeficiente de variación**

**TABLE 2. Source of variation, degrees of freedom, mean squares, and coefficient of variation**

Fuentes de variación	Grados de libertad	Rendimiento	Altura de las plantas	Mazorca	
				Longitud	Diámetro
Repeticiones	3	26,180	0,0051	1,185	0,1110
Tratamientos	6	6,100	0,0105	0,177	0,0195
Error	18	3,440	0,0080	0,426	0,0165
Coef. Variación (%)		10,59	4,27	3,50	3,53

Nota: No hubo significación para tratamientos.

**CUADRO 3. Rendimiento, altura de las plantas y longitud y diámetro de la mazorca**

**TABLE 3. Yield, plant height, and ear length and diameter**

Tratamiento	Rendimiento (qq/ha)	Altura planta (m)	Mazorca	
			Longitud (cm)	Diámetro (cm)
Testigo	110,48	2,18	18,60	3,55
NP + Zn	113,45	2,09	19,03	3,70
NP + Mn	100,36	2,01	18,80	3,70
NP + Cu	102,08	2,08	18,53	3,65
Completo	96,01	2,14	18,58	3,55
NP + S	97,32	2,11	18,45	3,55
NP + Fe	112,38	2,09	18,63	3,65

## RESUMEN

En la temporada 1981/82, se desarrolló este estudio en la Est. Exp. Agronómica Antumapu, de la Fac. de Ciencias Agrarias y Forestales de la U. de Chile.

Se usó un diseño experimental de bloques completos al azar, con 7 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos consistieron en aplicaciones de una fertilización básica NP, más sulfato de cinc, quelato de manganeso, sulfato de cobre, azufre elemental, quela-

to de hierro, o todos los elementos señalados. Además, se consideró un testigo, con sólo la fertilización básica NP.

Los microelementos y el azufre aplicados, no mostraron influenciar significativamente el cultivo de maíz, bajo las condiciones de clima y suelo en que se realizó la investigación. Estos resultados corroboran los obtenidos anteriormente por Luchsinger y otros (1981).

## LITERATURA CITADA

- ALDRICH, R.S. y LENG, R.E. 1974. Producción moderna del maíz. Traducido por Martínez, O. y Leguisamon, P. Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional. Buenos Aires. 378 p.
- BLUE, W.G.; JACOME, E.O.; and AFRE, J.L. 1984. Corn response to zinc and magnesium in a Florida Entisol. Proc. Soil and Crop Sci. Soc. of Florida 41: 209—213.
- CIAT— Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1977. Fitonutrientes; conozca su acción y su importancia relativa. Agricultura de las Américas (Colombia) 26 (12): 34—37.
- DECARO, S.T.; VITTI, G.C.; FORNASIERI FILHO, D.; and MELO, W.J. 1983. Effect of rate and source of zinc on the maize (*Zea mays* L.) crop. Revista de Agricultura (Piracicaba, Brasil) 58 (1—2): 25—36.
- GANDARILLAS I., M.J.; ACEVEDO H., E. y GARCIA L., R. 1968. Estudio de la productividad del maíz en la Provincia de Santiago. Agricultura Técnica (Chile) 28 (1): 7—15.
- IGNATIEFF, V. y PAGE, H.J. 1959. El uso eficaz de los fertilizantes. FAO, Roma. 379 p.
- LUCHSINGER L., A.; TRUJILLO Z., A. y LARRAIN S., P. 1981. Influencia de los microelementos cinc, manganeso, cobre, fierro y del elemento secundario azufre en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.). Investigación Agrícola (Chile) 7 (2): 57—67.
- MARTENS, D.C.; HAWKINS, G.W.; and MC CART, G.D. 1973. Field responses of corn to ZnSO<sub>4</sub> and Zn—EDTA placed with the seed. Agron. J. 65: 135—136.
- OPLINGER, E.S. and OHLROGGE, A.J. 1974. Response of corn and sorghum to field applications of copper. Agron. J. 66: 568—571.
- RENEAU, R.B. Jr. 1983. Corn response to sulfur applications in Coastal Plain soils. Agron. J. 75 (6): 1036—1040.
- SCHNAPPINGER, M.G. Jr.; MARTENS, D.C.; HAWKINS, G.D.; AMOS, D.F.; and MC CART, G.D. 1972. Response of corn to residual and applied zinc as ZnSO<sub>4</sub> and Zn—EDTA in field investigations. Agron. J. 64: 64—66.
- VANDEN HEUVEL, R.M.; HOEFT, R.G.; and BRINKMAN, G.S. 1982. Response of corn to Zn and S applications in Illinois. Agronomy Abstracts. 73rd Annual Meeting American Society of Agronomy. Field Crops Abstracts 35 (7): 5927.