

# DISPONIBILIDAD Y CONTENIDO DE COBRE, ZINC Y MANGANESO EN UN ULTISOL Y UN INCEPTISOL BAJO DIFERENTES NIVELES DE MANEJO<sup>1</sup> /

R. SERPA\*  
E. BORNEMISZA\*

## Summary

*Two acid soils (an Ultisol and an Inceptisol), both of which were subjected to intensive or extensive cultivation prior to the experiment, were limed at different levels (exchangeable Al times 0, 1.5, or 3) and treated with zero or 30 kg ha<sup>-1</sup> of Zn. Tomato was grown in the greenhouse to study the effects of the treatments.*

*It was observed that Cu absorption by the plant was little affected by liming in both soils, the high Cu Inceptisol or the low Cu Ultisol. For both intensities of management, the soil Cu content increased slightly during the experiment.*

*Liming resulted in a decrease of Zn extraction by tomato from the Ultisol and changed little for the Inceptisol, due to the strong buffer capacity of this last soil. The amount of extractable Zn was increased by the application of the element but its absorption by tomato was not.*

*High levels of extractable Mn were found in both soils. No effects of management nor of liming were detected on the absorption of the element by tomatoes, probably because not even the highest level of liming increased the pH above 5.9.*

## Introducción

La influencia de diferentes niveles de manejo sobre los suelos ha recibido una misma atención en la literatura especializada, a pesar de constituir una de las informaciones necesarias para desarrollar sistemas de cultivo eficientes y duraderos en los trópicos húmedos.

En este trabajo se analiza la variación del contenido de microelementos catiónicos en suelos manejados en forma diferente. Se resalta particularmente la pro-

blemática de estos nutrimentos, ya que la información sobre ellos en el trópico húmedo, en general, es reducida (4, 12) más limitada todavía en condiciones de Costa Rica (6, 7). Esta investigación fue desarrollada en laboratorio y en invernadero, se trabajó con dos suelos ácidos del trópico húmedo sometidos a diferentes intensidades de manejo en su ambiente natural, previos a su estudio.

## Materiales y métodos

### Suelos

Se escogió dos suelos, uno del sector de ganadería del CATIE (Turrialba) y otro de Juntas de Pacuar (San Isidro del General), ambos fueron sometidos previamente a intensidades altas y bajas de manejo. El suelo dentro del CATIE está localizado en latitud Norte 9°53' y longitud Oeste de 83°39'. El suelo en Juntas de Pacuar, en latitud Norte 9°17' y longitud Oeste 83°38'.

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 10 de diciembre de 1982. Este trabajo incluye material de la tesis de M.S. del primer autor, presentado al programa de posgrado UCR-CATIE. La investigación recibió apoyo parcial de Consejo Nacional para Investigación Científica y Tecnológica de Costa Rica.

\* Estudiante y profesor del Programa de Posgrado UCR-CATIE.

Este último suelo es un Ultisol (12) y el del CATIE es un Inceptisol de la serie Colorado (1), ambos de baja fertilidad. En el Cuadro 1 se menciona las prácticas de manejo a las cuales fueron sometidos los suelos, previamente al estudio y en el Cuadro 2 se presentan las propiedades de ellos.

La intensidad alta de cultivo consistió en la producción de dos cosechas al año de cultivos múltiples y en la aplicación de un promedio de 0.5 t/ha de un abono completo y de 2.2 t/ha de cal agrícola ( $\text{CaCO}_3$ ). El manejo de baja intensidad conservó el suelo en pasto, sin ninguna adición para San Isidro del General y de solamente 100 kg de N  $\text{ha}^{-1}$   $\text{año}^{-1}$  para el suelo Colorado.

#### Análisis de suelos

La textura de los suelos se determinó con el método de Bouyoucos modificado por Hardy y Bazán (8). El pH se midió en agua y en KCl 1 N, usando una relación 1:2.5.

Los elementos de Cu, Zn y Mn fueron extraídos con la solución de Olsen Modificada (5) y con HCl 0.1 N, y se los determinó por absorción atómica. Otros elementos fueron también obtenidos con la solución de Olsen modificada (5).

#### Métodos de invernadero

En este estudio se usó tomate (*Lycopersicon esculentum* M.) var Indian River, como planta indicadora. Los tratamientos de encalado del suelo fueron: sin cal, encalando a un 150% y un 300% de su acidez

intercambiable. Con base en las curvas de adsorción de Zn se aplicó 0 y 30 kg de Zn/ha. La necesidad de nutrimentos se determinó por medio de curvas de fijación obtenidas de acuerdo a la técnica descrita por Díaz-Romeu y Hunter (5), haciendo aplicaciones que aseguraran un crecimiento adecuado.

Las plantas fueron cultivadas en recipientes de un litro, dejando crecer sólo cinco, 45 días después de sembradas. Para el diseño experimental se fijó un bloque al azar con arreglo factorial de parcelas subdivididas, resultando 24 tratamientos y repetidos cuatro veces.

#### Análisis foliar

Las plantas cosechadas fueron desecadas en una estufa con aire forzado, pesadas y molidas en un molino Micro-Wiley. Alicuotas de este material fueron digeridas en mezcla nitro-perclórica (5:1), filtradas y llevadas a un volumen de 100 ml. De esta solución se tomó las alicuotas necesarias para la determinación de los elementos por absorción atómica.

### Resultados y discusión

#### Cobre

Los dos suelos estudiados variaron significativamente en su contenido de este elemento. El suelo Colorado contenía más Cu (21-41 ppm) que el de Juntas de Pacuar (5-9 ppm), aparentemente se debe a su origen más reciente y a una mayor capacidad de retención del elemento, tal vez por su más alto conte-

Cuadro 1. Tipos de manejo a que fueron sometidos los suelos del sector Ganadería del CATIE (Colorado) y Las Juntas de Pacuar de San Isidro del General.

		1977	1978	1979	1980
Colorado	Manejo tradicional	Pastos	Pastos	Pastos	Pastos
	Manejo con sistemas	Pastos	Pastos	Maiz/frijol-maiz-frijol	Maiz-frijol
Pacuar	Manejo tradicional	Pastos	Pastos	Pastos	Pastos
	Manejo con sistemas	Maiz/frijol <sup>1</sup>	Maiz/frijol-maiz/frijol	Maiz/frijol-maiz/frijol	Maiz/frijol-maiz/frijol
		Maiz/frijol-frijol			
		Maiz/frijol-maiz/frijol			
	Maiz-Vigna <sup>2</sup>				
	Maiz/vigna-vigna				
	Maiz/vigna-maiz-vigna				

1 Maiz/frijol – maíz asociado con frijol con base en un arreglo espacial

2 Maiz/vigna – maíz seguido por vigna con base en un arreglo cronológico

nido de materia orgánica (Cuadro 2). En la Figura 1 se observa que para ambos suelos tanto el manejo como el poco intensivo aumentaron el contenido de Cu. En el caso del Ultisol, los cambios fueron menores que en el caso del Inceptisol; en este último, los cambios son importantes y, en general, el efecto del manejo afectó significativamente (al 1%) el contenido. La influencia del encalado sobre el contenido de Cu se presenta en la Figura 2. Se observa que el contenido de cobre es poco afectado por las aplicaciones de cal, quizá su reducida influencia se debe a que no se llegó a un pH de 6.3 donde, según Bingham *et al.* (2), comienza la precipitación del elemento como  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ .

En la Figura 3 se presentan los niveles de Cu extraídos por plantas de los dos suelos, a los tres niveles de neutralización. Se nota que en el Inceptisol, al aumentar la neutralización aumenta la producción y por lo tanto la extracción del elemento. En el Ultisol se advierte un cambio fuerte cuando se neutraliza a 150% de la acidez y una disminución posterior.

### Zinc

En la Figura 4 se presenta los contenidos de Zn antes y después del experimento para ambos manejos y las dos aplicaciones del elemento en los dos suelos. Los contenidos son bajos (2-9 ppm para el Inceptisol y 2 a 11 ppm para el Ultisol). Para los tratamientos con Zn, igual a cero, ocurre un ligero aumento en el

nivel del elemento para ambos suelos y niveles de manejo. Se estima que el zinc proviene de la mineralización de la materia orgánica promovida en el transcurso del experimento en el invernadero. Cuando se aplica Zn al suelo, la parte soluble del elemento disminuye en el transcurso del experimento indiferente-

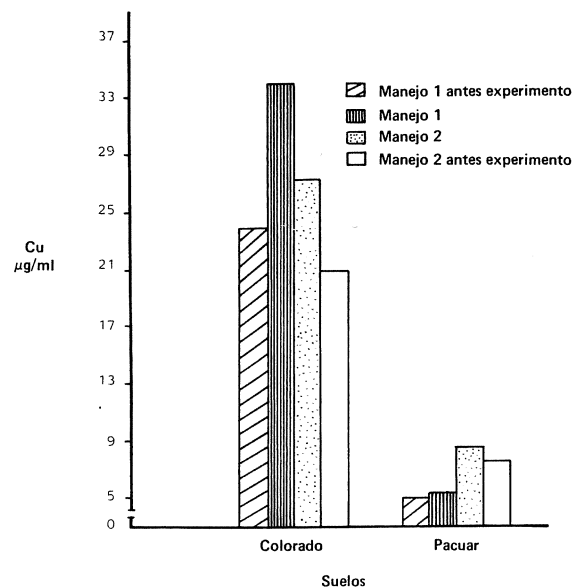


Fig. 1. Variación en el contenido de cobre extraíble según el tipo de manejo.

Cuadro 2. Algunas características químicas y físicas de los suelos del sector de Ganadería del CATIE y Las Juntas de Pacuar.

Característica	Colorado		Juntas de Pacuare	
	Manejo tradicional	Manejo con sistema	Manejo tradicional	Manejo con sistema
pH H <sub>2</sub> O	4.9	5.5	4.9	4.8
pH KCl	4.3	5.0	4.2	4.3
M.O (%)	7.4	6.1	3.9	4.6
Ca (meq/100 ml)	1.3	6.8	1.6	2.5
Mg (meq/100 ml)	0.51	0.50	0.66	1.00
K (meq/100 ml)	0.19	0.23	0.25	0.3
Acidez (meq/100 ml)	3.2	0.7	7.4	3.7
Al (meq/100 ml)	2.9	0.6	5.7	3.6
P (µg/ml)	9.4	8.0	5.5	1.3
Cu (µg/ml)	24.0	21.0	4.5	7.5
Zn (µg/ml)	2.5	3.9	2.7	4.7
Mn (µg/ml)	100.0	70.0	116.0	121.0
Fe (µg/ml)	140.0	118.0	100.0	410.0
Sat. Bases (%)	38.5	91.4	25.4	50.7
Sat. Acidez (%)	61.5	8.6	74.6	49.3
Arena (%)	30.0	25.0	24.0	19.0
Limo (%)	19.0	23.0	22.0	23.0
Arcilla (%)	51.0	52.0	54.0	58.0
Tipo textural	Arcilloso	Arcilloso	Arcilloso	Arcilloso

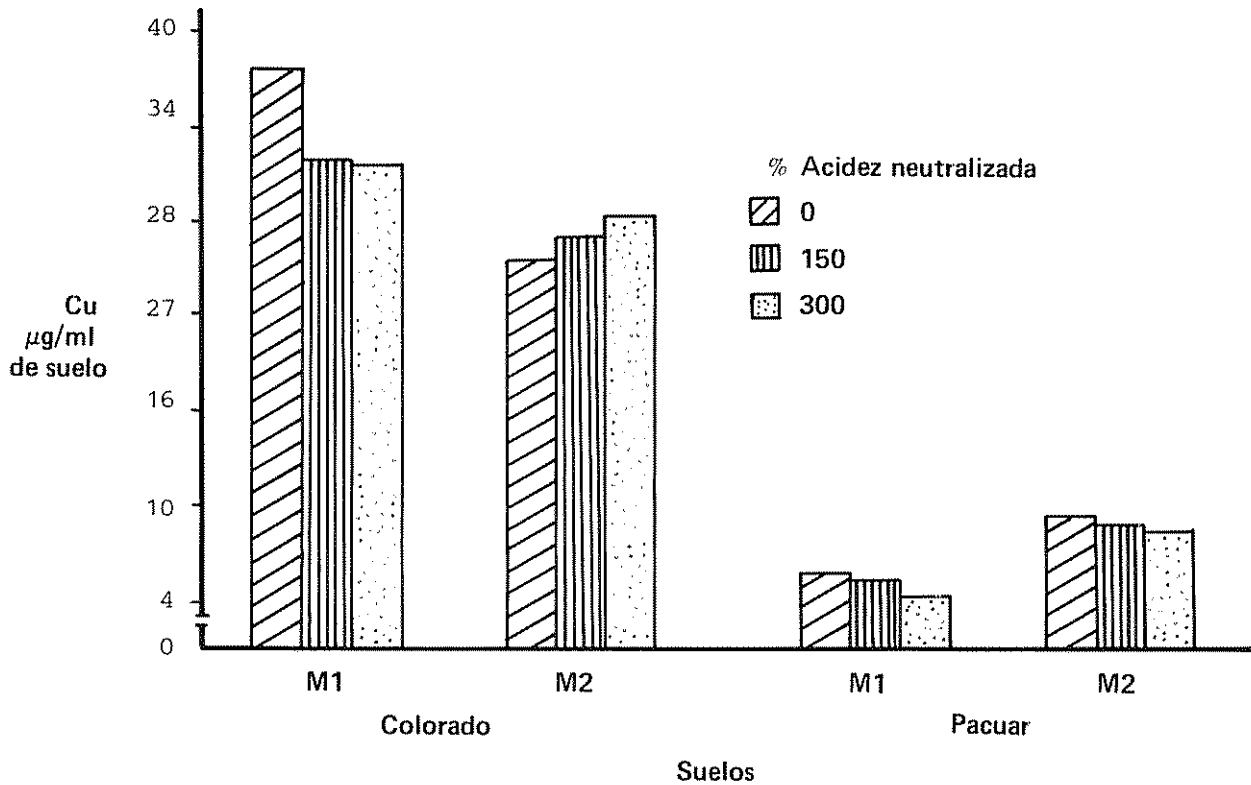


Fig 2 Comportamiento de cobre extraíble en cada tipo de manejo de suelos en relación a los niveles de neutralización de acidez (M1 = Manejo 1; M2 = Manejo 2)

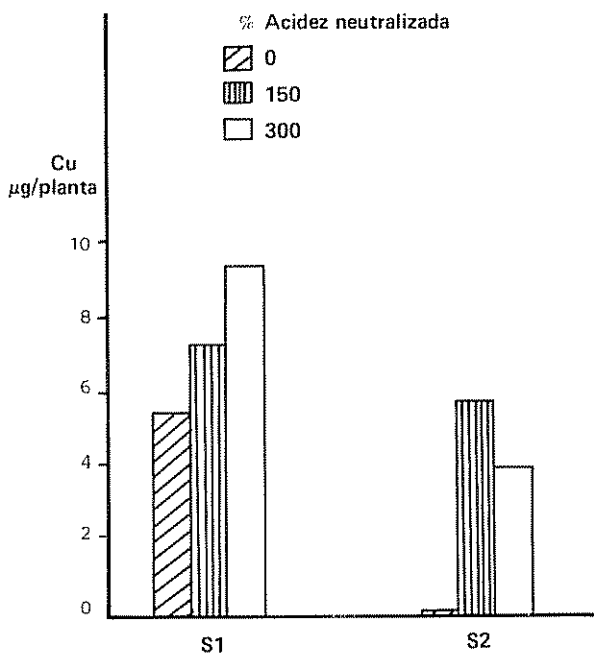


Fig. 3 Variación del Cu extraído por la planta de los dos suelos (S1 = Inceptisol, S2 = Ultisol), en relación a los niveles de neutralización de acidez.

mente del suelo o del manejo, lo que coincide con lo informado en la literatura (3). La aplicación de Zn ( $30 \text{ kg ha}^{-1}$ ) resultó en diferencias significativas (al 5%) entre niveles de lo extraíble como se aprecia en las Figuras 5 y 6; pero sin mucho efecto sobre la extracción del elemento presentado en el Cuadro 3. Las figuras antes mencionadas indican que los tratamientos con cal tuvieron poco efecto sobre la disponibilidad de Zn en el suelo Colorado, para el cual se detectó un poder bofer muy fuerte en un trabajo previo (3). Por el contrario, en el Ultisol se observa un decrecimiento claro de la disponibilidad al aumentar el nivel de encalado; este coincide con lo indicado por Kamprath (9) en relación al pH y a la disponibilidad de Zn.

#### Manganeso

En la Figura 7 se observa el contenido de manganeso extraíble de los dos suelos como la influencia del manejo y del experimento en el invernadero sobre ellos. Se nota que, en general, el contenido de Mn es alto, valor normal si se considera la alta acidez de estos suelos (el contenido en el suelo Colorado varía entre 18 y 111 ppm y en el suelo Junta de Pacuar entre 103 y 117 ppm). En el caso del manejo exten-

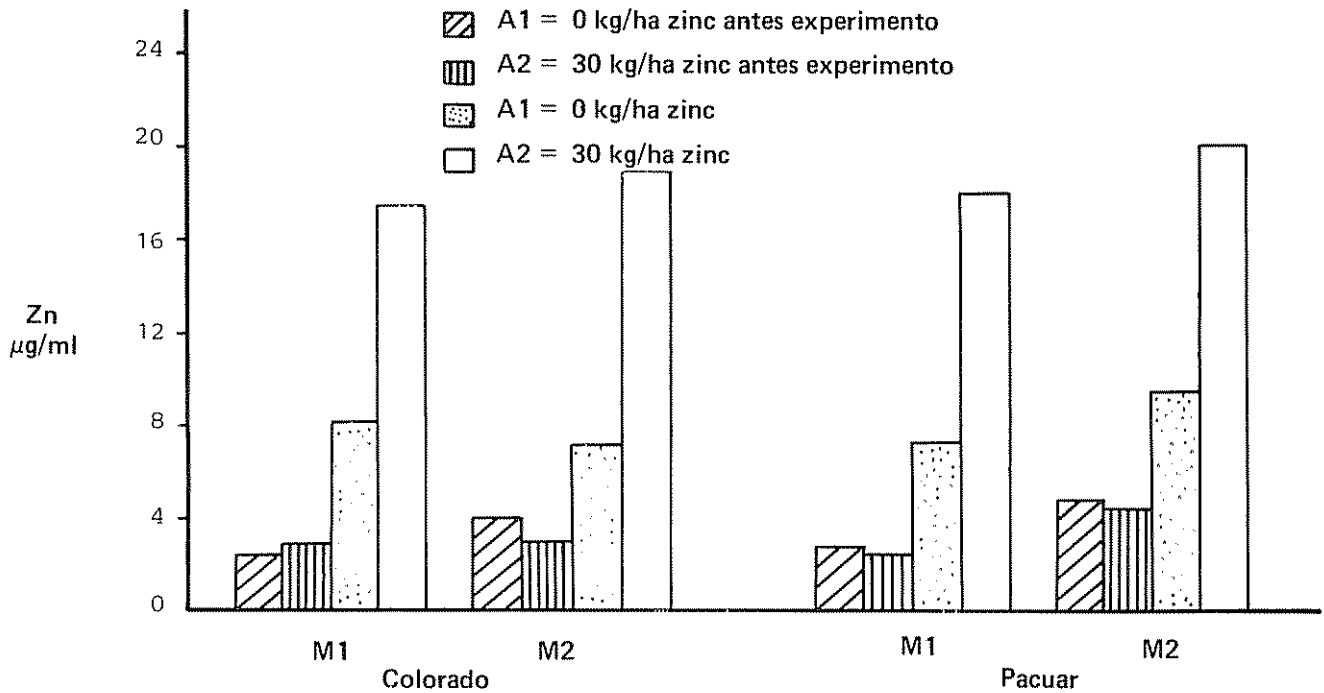


Fig 4 Variación del zinc extraíble según el tipo de manejo de suelo y al nivel de aplicación de zinc (M1 = Manejo 1; M2 = Manejo 2).

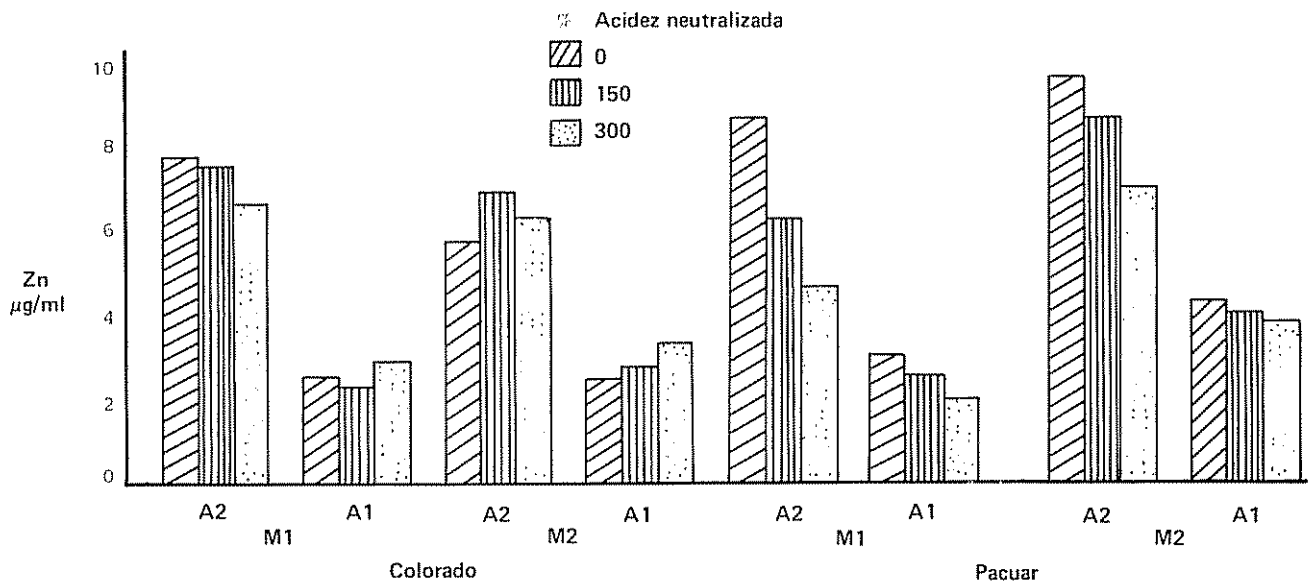


Fig 5 Variación del contenido de zinc extraíble según los niveles de neutralización de acidez en relación a las cantidades de zinc aplicadas y al tipo de manejo de suelos (A1 = 0 kg/ha zinc, A2 = 30 kg/ha zinc)

sivo se observa para ambos suelos un pequeño descenso, mientras que el efecto del manejo intensivo es pequeño e indefinido.

En la Figura 8 se presenta la variación de este elemento en función del encalado aplicado. Para el suelo

Colorado el manejo intensivo, que involucra encalado, resultó en la reducción del Mn.

La extracción de Mn por la planta se presenta en el Cuadro 3 en el cual se muestra que el nivel intermedio del encalado (A1 x 1.5) resultó en la extracción

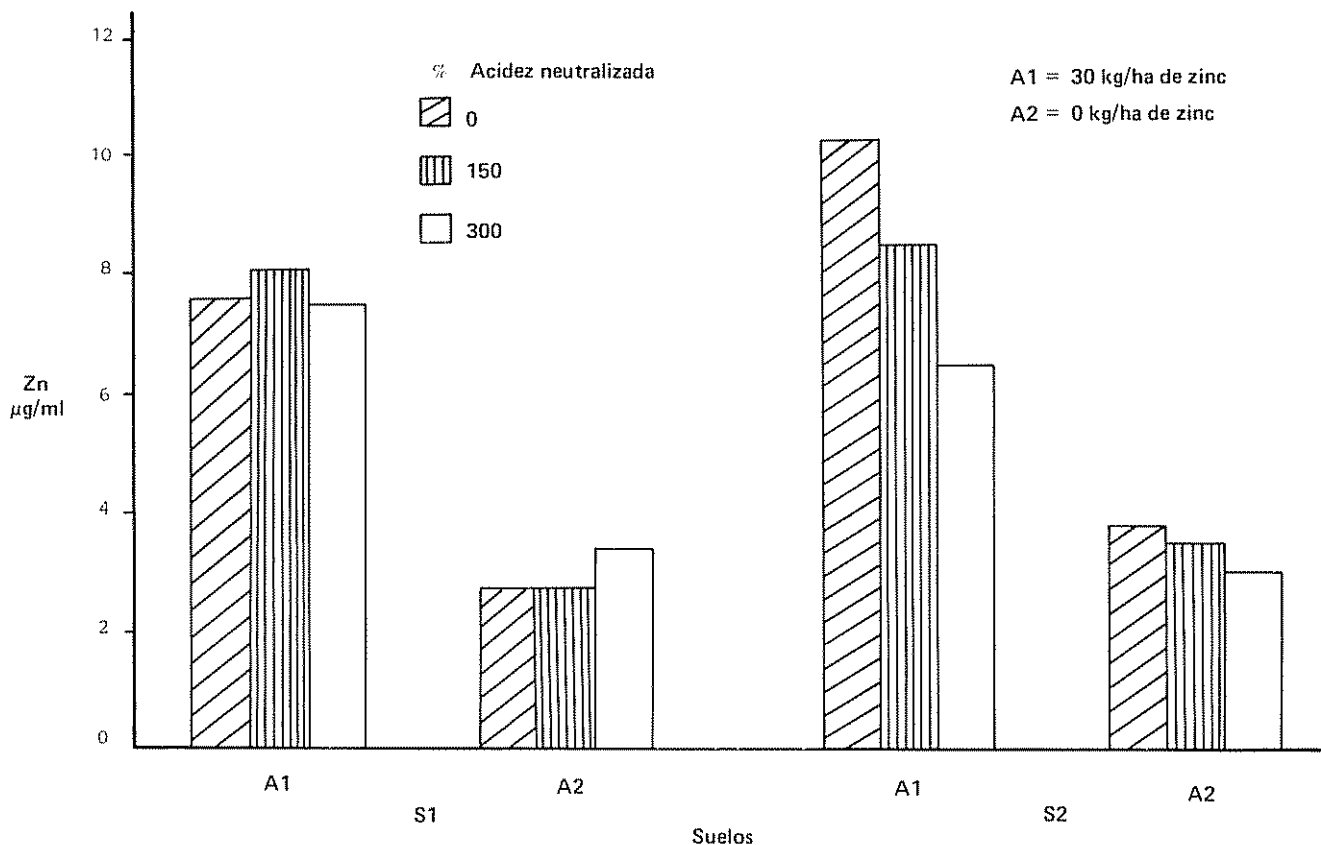


Fig 6 Variación del zinc extraíble según los niveles de neutralización de acidez en relación a los niveles de aplicación de zinc en los suelos (S1 = Inceptisol; S2 = Ultisol).

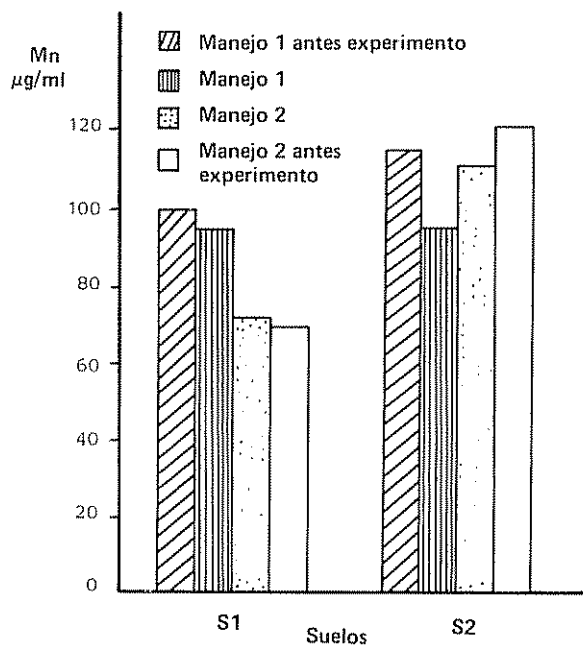


Fig. 7 Variación en el contenido de manganeso extraíble según el tipo de manejo (S1 - Inceptisol; S2 = Ultisol)

óptima; se estima debido al efecto favorable de la eliminación del Al por el encalado sin que suba mucho el pH, lo que presenta una disponibilidad reducida en ambos casos (10). Esta última se debe, en el caso del Al, a su precipitación como gibbsita y en el caso del Mn, al establecimiento de condiciones más favorables para la formación de Mn (IV) el cual se precipita como dióxido ( $MnO_2$ ).

### Resumen

En este estudio se utilizó suelos ácidos (un Ultisol y un Inceptisol) que recibieron dos niveles de manejo, uno intensivo y otro extensivo previos al experimento. Además se evaluó el efecto de la neutralización de la acidez con diferentes cantidades de cal (0, 1.5 ó 3 veces el Al intercambiable) y la aplicación de dos niveles de Zn (0 y 30 kg ha<sup>-1</sup>) en un experimento de invernadero con tomate, como planta indicadora.

Se observó que la absorción de Cu por las plantas fue poco afectada por el encalado, tanto en el Inceptisol (de alto contenido de Cu), como en el Ultisol (de bajo contenido de Cu). Para ambos niveles de manejo

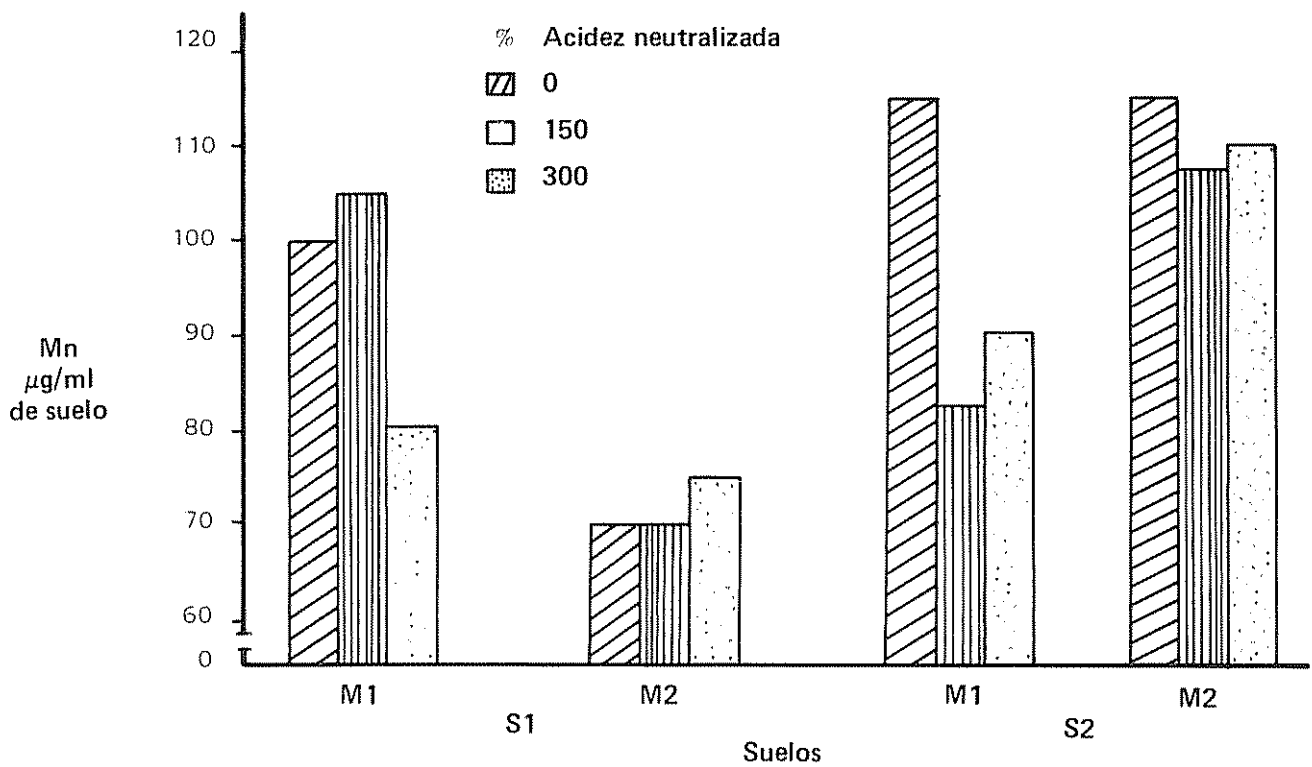


Fig 8. Variación del manganeso extraíble según los niveles de neutralización de acidez en relación al tipo de manejo de suelos (S1 = Inceptisol; S2 = Ultisol; M1 = manejo 1; M2 = manejo 2)

Cuadro 3. Extracción de Zn, Cu y Mn (mg/planta) promedio de cuatro repeticiones por el tomate en suelos con diferentes tratamientos.

Suelo	Tecnología	Nivel de neutralización del Al del suelo %	Zn aplicado kg/ha	Contenido foliar de		
				Zn	Cu	Mn
Colorado (Inceptisol)	Baja	300	30	32	8	501
			0	35	9	412
			30	35	9	1 019
		150	0	33	10	1 080
			30	3	0.3	30
			0	1	0.1	12
	Alta	300	30	25	12	293
			0	32	9	279
			30	19	5	172
		150	0	28	5	296
			30	35	8	356
			0	39	15	557
Junta de Pacuar (Ultisol)	Baja	300	30	22	5	192
			0	15	6	154
			30	50	7	376
		150	0	29	13	361
			30	8	0.2	64
			0	2	0.1	24
	Alta	300	30	25	4	245
			0	16	2	254
			30	13	1.5	180
		150	0	16	4	293
			30	5	1	38
			0	3	0.2	56

se presentó un ligero aumento del contenido de este elemento durante el transcurso del experimento.

La extracción de Zn por el tomate disminuyó con el encalado en el Ultisol y varió poco en el Inceptisol, debido al elevado poder tampón del último suelo. La aplicación de Zn aumentó el nivel extraíble del elemento, pero no su absorción por el tomate.

Se encontró altas cantidades de Mn extraíble en ambos suelos y no se observó un efecto claro de los niveles de manejo sobre este elemento. Sorprendentemente no se detectó un efecto claro del encalado ni en la disponibilidad, ni en la extracción del Mn por el tomate; probablemente debido a que aun la máxima dosis de encalado no elevó el pH a un valor mayor que 5.9.

#### Literatura citada

1. AGUIRRE, V. Estudios de los suelos del área del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1971. 139 p.
2. BINGHAM, F.T., PAGE, A.L. y SIMS, J.R. Retention of Cu and Zn by Montmorillonite. *Soil Science Society of America Journal* 28(3):351-354. 1964.
3. BORNEMISZA, E., LAROCHE, F.A. y FASSBENDER, H.W. Effects of liming on some chemical characteristics of a Costa Rican latosol. *Soil and Crop Science Society of Florida, Proceedings* 27:219-226. 1967.
4. DROSDOFF, M. Soil micronutrients. In: *Soil of humid tropics*. Committee on Tropical Soils. Natural Research Council, National Academy of Science. (Eds.) Washington, D.C. 1972. pp. 150-162.
5. DIAZ-ROMEU, R. y HUNTER, A. Metodología y muestreo de suelos, análisis químico de suelos y tejido vegetal y de investigación e invernadero. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1978. 61 p.
6. FLORES, R.A., BORNEMISZA, E. y ALVARADO, A. Influencia de propiedades de suelos del Pacífico Sur de Costa Rica sobre su contenido de cationes menores. I. Manganeso intercambiable y soluble en reductor. *Turrialba*, 29(2):97-104. 1979.
7. FLORES, R.A., BORNEMISZA, E. y ALVARADO, A. Influencia de propiedades de suelos del Pacífico Sur de Costa Rica sobre su contenido de cationes menores. II. Cobre y Zinc extraíbles. *Turrialba* 29(2):105-110. 1979.
8. HARDY, F. y BAZAN, R. Análisis de textura. Método de Bouyoucus. In: *Curso de Productividad y Fertilidad de Suelos*. 1975. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. 721 p.
9. KAMPRATH, E.J. Potential detrimental effects from liming weathered soil to neutrality. *Soil and Crop Science Society of Florida, Proceedings* 31:200-203. 1971.
10. PEARSON, R.W. Soil acidity and liming in the humid tropics. *Cornell University International Agriculture Bulletin* No. 30. 1975. 66 p.
11. PEREZ, S. y ALVARADO, A. Suelos de Pérez Zeledón. 1978. Copia de trabajo preparado con base a un mapa no publicado.
12. SERPA, R. y BORNEMISZA, E. Influencia del manejo de dos suelos del trópico húmedo sobre sus propiedades químicas. *Turrialba* 32(2):137-148. 1982.
13. SILLAMPAA, M. Trace elements in soil and agriculture. Roma, FAO, Bull. No. 7. 1972. 67 p.
14. SOTO, C. Estudio de la concentración y distribución de los micronutrientes en un transecto de Nicaragua. Tesis M.S. Turrialba, Costa Rica, IICA. 1973. 139 p.
15. VIETS, F.G. y BOAWN, L.C. Zinc. In: Black, C.A. et al (eds) *Methods of soil analysis*. II. Madison, Wisconsin, Ames, Society Agriculture Inc. 1965. pp. 1090-1101.