

FRACCIONES DE MICRONUTRIENTES EN SUELOS DEL ALTO VALLE DE RIO NEGRO, ARGENTINA

MC ARUANI¹, EE SÁNCHEZ²

¹F.C.A. – U.N.Co. CC 85 Cinco Saltos – Río Negro Te. (0299) 4980005 mcaruani@ciudad.com.ar

²INTA Alto Valle CC 782, General Roca – Río Negro esanchez@correo.inta.gov.ar

Recibido 16 de abril de 2003, aceptado 15 de agosto de 2003

MICRONUTRIENT FRACTIONS IN SOILS OF THE RIO NEGRO VALLEY, ARGENTINA

The objectives of this study were to determine the chemical fractions of Fe, Cu, Mn, and Zn in soils of the upper Río Negro Valley, and to analyze their relationships with some physical and chemical soils properties. Soil samples were taken at 0-25 cm depth in seven (Typic Torrifluvents) and seven (Typic Haplocambids). Through sequential extractions, the following micronutrient forms were quantified: exchangeable, bound to carbonates, adsorbed to organic matter (OM), residual, and total. Results indicated that 90% of the all studied micronutrients were bound to the least available fraction (residual). The increment of organic matter and phosphorus fertilization increased the more labile Zn, Mn, Cu and Fe forms.

Key words: sequential extraction, Entisols, Aridisols, apple, micronutrients.

INTRODUCCION

El Alto Valle de Río Negro y Neuquén es un área productiva con un 60% de su superficie bajo riego y la principal producción son frutales de pepita.

En esta región la deficiencia de Zn en frutales es generalizada, mientras que el resto de los micronutrientes fueron encontrados en concentraciones suficientes (Aruani 2001a).

Los micronutrientes se encuentran en el suelo formando parte de diversas fracciones químicas: intercambiable, unido a la materia orgánica, ocluido en los carbonatos y como componente de la red cristalina. La identificación de cada una de ellas permite conocer las cantidades inmediatamente asimilables, la reserva potencial y la dinámica de movimiento de los nutrientes de una forma química a otra, en respuesta a las condiciones de cambio que sufre el suelo (Shuman 1979) favoreciendo su disponibilidad o toxicidad.

Se espera encontrar que en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén la concentración de Fe, Cu Mn y Zn en las diferentes fracciones será mayor en Aridisoles que en Entisoles, debido a la presencia de texturas más finas y carbonato de calcio. Sin embargo, el agregado de materia orgánica y fertilizantes químicos a base de nitrógeno y fósforo que han recibido los montes frutales durante varios años, pueden influir sobre la disponibili-

dad de los mismos. Por ello, el objetivo de esta investigación fue determinar los contenidos de Fe, Mn, Zn y Cu adsorbido en distintas fracciones químicas de los principales órdenes de suelo y analizar la influencia de algunas propiedades físicas y químicas sobre estos micronutrientes.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo en el alto Valle de Río Negro, en la zona comprendida entre las localidades de Maique a 38° 55' de Latitud Sur y 67° 20' Longitud Oeste y Cinco Saltos 38° 56' Latitud Sur y 67° 59' Longitud Oeste. Se seleccionaron 7 chacras y los suelos corresponden al Orden Aridisol (Haplocambides Típicos) y 7 al Orden Entisol (Torrifluventes Típicos), cultivados con manzanos. En cada chacra se seleccionó un cuadro o parcela experimental de aproximadamente una hectárea de superficie. De cada una se extrajeron 3 muestras al azar de suelo de los primeros 25 cm del perfil y se mezclaron para constituir una muestra compuesta. Las muestras fueron secadas al aire y molidas por tamiz de acero inoxidable < 2mm y homogeneizadas. En las mismas se determinó: granulometría (Bouyoucos); pH (agua 1:1); materia orgánica (Walkey, Black); carbonatos, capacidad de intercambio catiónico (acetato de amonio 1N pH 7) y fósforo (Olsen) (Tabla 1).

En ambos tipos de suelo se realizó una extracción secuencial de Fe, Cu, Mn y Zn siguiendo la técnica de Shuman (1985) para obtener las fracciones: intercambiable, extraída con Mg (NO₃)₂

Tabla 1: Principales propiedades físicas y químicas de los suelos estudiados.
Table 1: Main physical and chemical properties of the study soils.

| Orden | pH | CO ₃ ²⁻ (%) | MO (g kg ⁻¹) | arcilla (%) | limo (%) | Arena (%) | CIC (cmol kg ⁻¹) | P (mg kg ⁻¹) |
|------------|-----|--------------------------------------|-----------------------------|----------------|-------------|--------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Entisoles | 7,4 | - | 24,0*** | 11,8** | 37,5*** | 50,6*** | 25,2*** | 16,8 |
| Aridisoles | 7,5 | 3,7 | 35,0*** | 20,9** | 57,8*** | 27,3*** | 35,5*** | 28,2 |

***; ** t de Student significativa entre suelos al 0,5% y 1%, respectivamente.

1M, pH 7 y unido a la materia orgánica, con NaOCl 0.7 M (pH 8.5). En los suelos con carbonato, se determinó la fracción ocluida en los carbonatos, utilizando la técnica Mc Grath y, Cegarra (1999), cuyo extractante fue Na₂EDTA 0.05M.

Los contenidos totales de los elementos se extrajeron siguiendo la técnica de Shuman (1979). La fracción residual se obtuvo por diferencia entre las distintas fracciones y los contenidos totales. La concentración de estos elementos fue determinada por espectrofotometría de absorción atómica con un límite de detección de: Zn, 0.005; Cu, 0.01; Mn, 0.001 y Fe, 0.02 (mg/l), respectivamente.

La influencia de las propiedades edáficas: pH, fósforo, carbonato de calcio, arcilla, arena, limo, materia orgánica y CIC sobre los contenidos de las fracciones de los micronutrientes determinados se realizó por medio de análisis de regresión simple. Se aplicó para ello el método de la selección de variables (*stepwise*) con el criterio forward de incorporación paso a paso, con un nivel de significancia del 0,05%, (SAS Institute 1991). Se realizó una comparación de medias (t de Student) de las propiedades y de las fracciones entre Aridisoles y Entisoles.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 2 se presentan los contenidos de Zn, Cu, Fe y Mn ligado a distintas fracciones de los suelos estudiados. La fracción total de Fe y Cu fue mayor en los Aridisoles probablemente debido a la predominancia de montmorillonitas en los mismos, aunque no hay estudios que avalen esta suposición. Los niveles totales de Fe, Cu, Mn y Zn, obtenidos pueden ser considerados como medios cuando se los compara con otros suelos semejantes (Lindsay 1972). La fracción residual de todos los micronutrientes analizados representa más del 90% del total y es similar a los contenidos reportados por estudios de otras partes del mundo (Shuman 1985; Ali *et al.* 1995).

Los contenidos de Zn y Mn intercambiable fueron mayores en Aridisoles. Los valores hallados son más altos a los

encontrados en suelos de Arabia Saudita (Ali *et al.* 1995). Mientras que Cu y Fe intercambiable fueron mayores en Entisoles, resultado que no concuerda con los obtenidos por los autores mencionados, quienes no detectaron dicha fracción en suelos de Arabia Saudita muy semejantes a los nuestros.

Los contenidos de Cu y Mn orgánico fueron significativamente mayor en los Aridisoles que en los Entisoles, mientras que Fe y Zn no mostraron diferencias. El mayor contenido de MO en los Aridisoles favoreció la solubilidad de Cu, éste elemento es muy sensible a formar quelatos con los grupos funcionales de la MO (Shuman 1979), por otro lado, la descomposición de la MO aumenta la actividad redox beneficiando la solubilidad del Mn (Shuman 1988).

En los Aridisoles, la mayor concentración de los micronutrientes se encontró en formas ocluidas en los carbonatos, coincidiendo con resultados de Ali *et al.* (1995) en suelos de pH y clase textural semejante a los del Alto Valle.

El análisis de regresión entre las fracciones de Zn, Fe, Cu y Mn y las propiedades edáficas permitieron comprobar que en los Aridisoles se obtuvo una correlación altamente significativa entre el P y los contenidos de Zn, Cu y Mn intercambiable ($R^2=0,70$, $R^2=0,65$ y $R^2=0,65$, respectivamente). En los suelos del Alto Valle de Río Negro con amplia historia frutícola y que, han recibido durante años aplicaciones de fertilizantes fosforados, se ha comprobado una asociación positiva entre el P y el Zn disponible de la capa superficial (Aruani *et al.* 2001b). Zubillaga y Lavado (2002) reportaron un aumento de Cu, Mn y Zn en suelos con 20 años de fertilización fosfórica, en Molisoles de la región pampeana. A iguales resultados arribaron Shuman (1988) y Neilsen y Neilsen

Tabla 2: Concentración de Zn, Cu, Fe y Mn en distintas fracciones de Entisoles y Aridisols
 Table 2: Concentration of Zn, Cu, Fe and Mn in several fractions of Entisols and Aridisols

| Fracciones | Zn | | Cu | | Fe | | Mn | |
|----------------|------------------------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|
| | Entisol | Aridisol | Entisol | Aridisol | Entisol | Aridisol | Entisol | Aridisol |
| | (mg kg ⁻¹) | | | | | | | |
| Intercambiable | 1,7* | 2,1* | 0,1* | 0,05* | 75,9** | 55,4** | 4,8*** | 7,8*** |
| Orgánica | 2,3 | 2,9 | 0,4*** | 0,9*** | 63,3 | 56,8 | 3,2* | 8,5* |
| Carbonato | - | 8,5 | - | 2,7 | - | 98,6 | - | 10,0 |
| Residual | 39,3 | 31,9 | 17,1*** | 29,6*** | 12178** | 9150** | 467 | 580 |
| Total | 43,2 | 44,6 | 17,6*** | 33,2*** | 12403** | 9454** | 481 | 601 |

***; **, * t de Student significativa entre suelos al 0,5%; 1% y 10% respectivamente

(1994), quienes informaron que la fertilización fosfórica produce un incremento de la disponibilidad de Zn, Mn y Cu, posiblemente por la disminución del pH de la rizósfera por el agregado de fertilizantes químicos como urea o fosfato triple de calcio. Estos cambios temporarios de pH favorecen por un lado la disolución de los minerales del suelo y la liberación de los micronutrientes de las estructuras de los mismos. Por otro lado inducen una redistribución de los micronutrientes entre las fracciones del suelo a formas más disponibles para las plantas (Shuman 1988; Neilsen y, Neilsen 1994).

En los Aridisoles, se obtuvo una alta correlación entre el Fe y el Mn ocluido en los carbonatos y la MO, ésta predispone una mejor disponibilidad de estos micronutrientes en suelos con presencia de carbonato de calcio.

En los Entisoles, se obtuvo una relación positiva entre el pH y el Mn intercambiable ($R^2=0,72$) y la MO y el P en la fracción unida a la MO ($R^2=0,95$). Esto refleja el efecto positivo de la materia orgánica en condiciones de pH alcalino, ya que favorece la formación de complejos orgánicos solubles con Mn y Cu, inhibiendo su precipitación (Prasad, Power 1997).

De los resultados obtenidos se puede inferir que la mayor proporción de Fe, Mn, Cu y Zn en los suelos del Alto Valle se encuentran en la fracción menos soluble (residual) y que

mayores contenidos de materia orgánica y las fertilizaciones con fósforo favorecen la redistribución del Zn, Mn, Cu y Fe a formas químicas más disponible para las plantas.

AGRADECIMIENTOS

Al Profesor Omar Alvarez por su colaboración en los análisis estadísticos. A la Bioquímica Liliana Barbieri por su esmero en la realización de las lecturas de los micronutrientes en el espectrofotómetro de absorción atómica.

REFERENCIAS

- Aruani MC, Arjona C, Sánchez EE. 2001a. Micronutrientes en hojas de manzanos y su relación con las propiedades del suelo. *Investigación Agrarias Producción y Protección vegetal (INEA)*. 16: 299-305
- Aruani MC, Sánchez EE, Dussi MC, Arjona C. 2001b. Micronutrientes disponibles en suelos del Alto Valle de Río Negro en Argentina. *Agro -Ciencia* 17:23-28.
- Ali A, Al-Jaloud, Mohammed Rafi, Isamm Bashour. 1995. Fractionation of micronutrients in selected soils from Saudi Arabia. *Arab Gulf. Res.* 13:93-107.
- Iyengar SS, Martens DC, Miller WP. 1981. Distribution and plant availability of soil Zinc fractions. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 45: 735-739.
- Lindsay WL. 1972. Zn in soils and plant nutrition. *Adv. Agron.* 24: 147-186

- Mc Grath SP, Cegarra J. 1992. Chemical extractability of heavy metals during and after long-term applications of sewage sludge to soil. *Soil Sci.* 43:313-321.
- Neilsen GH, Neilsen D. 1994. Tree fruit Zn nutrition, 85-93. En: A.B. Peterson y G.G. Stevens (Eds). *Tree fruit nutrition*. Good Fruit Grower, Yakima, Washington, 211 pp.
- Prasad R, Power JF. 1997. Copper and zinc, pp-269-281. En: *Soil fertility management for sustainable agriculture*. Lewis Publishers, Boca Raton, New York, 356 pp.
- SAS Institute. Inc. 1991. *SAS/STAT User's Guide*. Versión 6, 4^a Ed. Vol. 1 and 2. Cary. NC.
- Shuman LM. 1979. Zinc, Manganese and copper in soil fractions. *Soil Sci.* 127:10-17.
- Shuman LM. 1985. Fractionation for soil microelements. *Soil Sci.* 140:11-22.
- Shuman LM. 1988. Effect of Phosphorus level on Extractable micronutrients and their distribution among soil fractions. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52:136-141.
- Zubillaga MS, Lavado RS. 2002. Fertilización fosfatada prolongada y contenido de elementos traza en un Argiudol Típico de la Pampa Ondulad. *Ciencia del Suelo* 20:110-113.