

Nota Técnica

CORRELACIÓN ENTRE LAS SOLUCIONES EXTRACTORAS KCl-Olsen Modificado y Mehlich 3, USADAS EN LOS LABORATORIOS DE SUELOS DE COSTA RICA^{1/}

Floria Bertsch^{2/}, José Antonio Bejarano^{**}, Marco Corrales^{***}*

Palabras clave: Correlación, soluciones extractoras, laboratorios de suelos.

Keywords: Correlation, extracting solutions, soil analysis laboratories.

Recibido: 03/10/05

Aceptado: 24/05/06

RESUMEN

Se discute la correlación encontrada entre las 2 soluciones de uso más común en los Laboratorios de Suelos de Costa Rica, para las determinaciones de Ca, Mg, K, Zn y P en los análisis de suelos. Dada la coexistencia de metodologías de extracción, es de gran relevancia poner a disposición de los usuarios información que permita una interpretación adecuada de los resultados de los análisis. Con los datos de intercambio entre laboratorios, llevado a cabo a nivel nacional, se establecieron relaciones entre la solución KCl-Olsen Modificado y Mehlich 3. Para todos los elementos determinados, con excepción del P, la asociación entre ambas soluciones es muy clara y definida. Ambas soluciones extraen lo mismo de Ca y Mg, Mehlich 3 extrae 1,5 veces más K que Olsen Modificado; en el caso de Zn, en suelos ricos en Ca (>10 cmol(+) l⁻¹), Mehlich 3 extrae más Zn, por lo que hay que subir el nivel crítico a 3,5 mg l⁻¹; mientras que en suelos bajos en Ca (<10 cmol(+) l⁻¹) Mehlich

ABSTRACT

Correlation between the extracting solutions, Modified KCl-Olsen and Mehlich 3, used in soil laboratories in Costa Rica. The correlation found, between the 2 most commonly used extracting solutions in soil laboratories of Costa Rica, is discussed for Ca, Mg, K, Zn and P determinations in soil analyses. Given the coexistence of extraction methodologies, it is of great relevance to provide users with information allowing an adequate interpretation of the analysis results. Using data exchanged among laboratories, at the national level, relationships between modified KCl-Olsen and Mehlich 3 solutions were established. For all elements determined, except for P, the association between both solutions is very clear and well-defined. Both solutions extract the same amounts of Ca and Mg; Mehlich 3 extracts 1.5 times more K than Modified Olsen. In the case of Zn, in Ca-rich soils (>10 cmol(+) l⁻¹) Mehlich 3 extracts more Zn, so the critical level must be raised to 3.5 mg

1/ Este trabajo se efectuó con la información generada por el Comité de Laboratorios de Análisis de Suelos, Plantas y Aguas de Costa Rica, constituido por los representantes de los laboratorios nacionales adscritos hasta el año 2003: AGROTEC, BANDECO, CAFESA, CATIE, CHIQUITA, CIA, CORBANA, FERTICA, ICAFÉ, MAG, INISEFOR-UNA.

2/ Autor para correspondencia. Correo electrónico: fbertsch@cariari.ucr.ac.cr

* Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

** ABOPAC. San José, Costa Rica.

*** CAFESA. San José, Costa Rica

3 extrae menos Zn que Olsen Modificado, por lo tanto hay que bajar el nivel crítico a 2,5 mg l⁻¹. Para P la asociación no es clara en absoluto.

INTRODUCCIÓN

En el aspecto de metodologías de análisis de suelos, la innovación tecnológica que se ha venido introduciendo en el país, desde hace alrededor de 10 años, es la utilización de la solución extractora Mehlich 3 (Mehlich 1984). Desde los años 70 se estableció la combinación KCl-Olsen Modificado como binomio de soluciones extractoras de rutina en el país, para la determinación de acidez intercambiable, Ca y Mg (KCl), y P, K, Zn, Fe, Mn y Cu (Olsen Modificado) (Hunter 1974). Esta nueva solución Mehlich 3 presenta un carácter más universal, pues pretende con una sola extracción determinar todos los elementos mencionados anteriormente, a excepción de la acidez intercambiable, que se continúa haciendo por titulación en KCl.

Como modelo de lo que extraen las raíces de las plantas del suelo, las soluciones extractoras, para poder ser adoptadas como metodologías útiles, deben presentar ante todo, una correlación satisfactoria con el rendimiento de las plantas, de modo que concentraciones bajas extraídas con la solución deben coincidir con rendimientos bajos, y concentraciones altas con rendimientos altos. Además, para hacer posible la interpretación del análisis debe contarse con niveles críticos, preferiblemente por grupo de suelos y por cultivo, que permitan indicar a partir de qué concentración el rendimiento ya no se ve modificado por la concentración de dicho elemento en el suelo (Figura 1).

Este tipo de investigación de correlación y calibración, especialmente la referente a niveles críticos, es bastante limitada en el país. Aparte de los estudios originales que apoyaron la instalación de la metodología KCl-Olsen Modificado en 1973, efectuados por Cordero y Miner (1973),

l⁻¹; whereas, in soils low in Ca (<10 cmol(+) l⁻¹), Mehlich 3 extracts less Zn than Modified Olsen, so the critical level must be lowered to 2.5 mg l⁻¹. As for P, the association is not clear at all.

y que originaron la Tabla General de Niveles Críticos que se ha usado desde esas épocas; entre 1988 y 1993 se efectuó otra serie de estudios de correlación y calibración. En este caso se usó 100 suelos provenientes de los 4 principales órdenes presentes en el país: Andisoles; Inceptisoles; Ultisoles y Vertisoles (Cabalceta 1993, Cabalceta y Cordero 1994, Gadea 1993, Molina 1993, Molina y Cabalceta 1990). Este segundo estudio consideró ambas soluciones y además de confirmar, con bastante confiabilidad, la Tabla General de Niveles Críticos (que se logró efectuando la correlación y la calibración con los 100 suelos en conjunto), permitió la obtención de niveles críticos específicos por grupo de suelo a nivel de invernadero para Ca, Mg, K, P, Zn y S, en las 2 soluciones. La correlación con el rendimiento, en

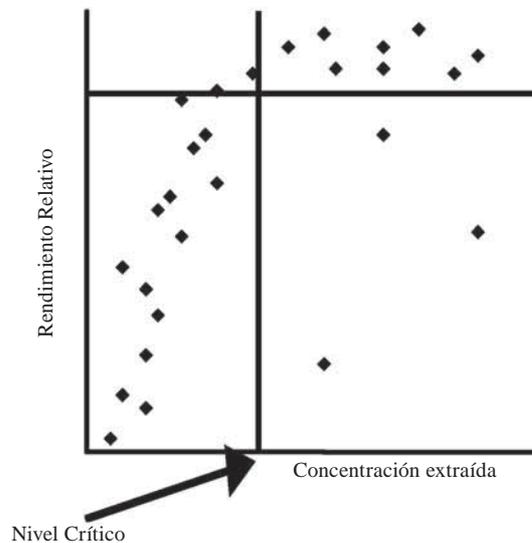


Fig. 1. Principios básicos de la calibración y correlación de soluciones extractoras, según el método de Cate y Nelson.

el caso de Mehlich 3 para Fe, Mn y Cu, no pudo ser obtenida adecuadamente.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el país operan por lo menos 14 laboratorios de los cuales, AGROTEC*, CORBANA* y CIA*, ya están usando dentro de sus metodologías de análisis la Mehlich 3. En estos laboratorios, el uso de esta solución ha estado condicionado por la adquisición de una tecnología de determinación más avanzada, el Espectrofotómetro de Absorción por Plasma (ICP), que facilita la lectura simultánea de varios elementos en la misma muestra, pero que no permite una lectura adecuada de muestras extraídas con solución Olsen Modificado.

Los otros 11 laboratorios del país: CAFESA*, CATIE*, CIA*, FERTICA*, ICAFÉ (en Heredia* y en Pérez Zeledón*), MAG*, UNA, BANDECO, PINDECO y EARTH, al año 2006, continúan utilizando KCl-Olsen Modificado como metodología de rutina. Los que tienen asterisco brindan servicio al público.

En la actualidad, producto de la actividad del PINAS (Programa de Intercambio Analítico de Suelos) dentro del Comité de Laboratorios de Análisis de Suelos, Plantas y Aguas (decreto #27307-MAG), es posible obtener algunas conclusiones relevantes sobre el comportamiento de ambas soluciones. En este programa se evaluaron para las 2 soluciones, con 3-6 repeticiones, en 11 de los laboratorios del país, 42 muestras entre los años 1998 y 2002, y otras 20 más entre el 2002 y el 2003.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El comportamiento del Ca y el Mg en ambas soluciones es prácticamente igual ($R^2=0,93$) entre KCl-Olsen Modificado y Mehlich 3, y la cantidad extraída es muy semejante (Ca: $y=1,07x$; Mg: $y=0,99x$ en muestras del período 1998-2002, y Ca: $y=1,05x$; Mg: $y=1,00x$ en muestras del período 1998-2003) (Figura 2).

Para K, la correlación entre ambas soluciones también es alta ($R^2=0,96$) (Figura 3). Sin importar el tipo de suelo, Mehlich 3 siempre extrae 50% más K que Olsen Modificado (K: $y=1,52x$). Esto obliga a que el nivel crítico que deba manejarse para Mehlich 3 se incremente en un 50%, o sea que pase de $0,20 \text{ cmol}(+) \text{ l}^{-1}$ que se usa en Olsen Modificado a $0,30 \text{ cmol}(+) \text{ l}^{-1}$ para Mehlich 3.

En el caso del Zn, los suelos extraídos con Mehlich 3 presentan 2 tipos de comportamiento en relación con Olsen Modificado (Figura 4). En los suelos ricos en Ca ($>10 \text{ cmol}(+) \text{ l}^{-1}$ de Ca) Mehlich 3 extrae más que Olsen, al punto que el nivel crítico a usar para Zn en Mehlich 3 en suelos ricos en Ca debe incrementarse a $3,5 \text{ mg l}^{-1}$, mientras que en suelos con niveles de Ca $<10 \text{ cmol}(+) \text{ l}^{-1}$, Mehlich 3 extrae menos que Olsen, por lo que el nivel crítico que debe usarse para Zn es de $2,5 \text{ mg l}^{-1}$. Esta tendencia se mantuvo al adicionar 11 muestras más del período 2003.

En relación con el P, la correlación entre Olsen Modificado y Mehlich 3 no es clara en absoluto. Por la condición más ácida de la solución Mehlich 3 (pH 2,5), esta extrae cantidades que van desde mucho más altas, a iguales o mucho más bajas que las que extrae Olsen, tal vez ligado a la cantidad de P-Ca presentes en el suelo; sin embargo, no es posible aún con el número de muestras con que cuenta PINAS, establecer una correlación significativa o una tendencia definida. En este momento, para el diagnóstico de problemas de P en suelos de Costa Rica, sigue siendo mejor alternativa la extracción y determinación de P en Olsen Modificado.

Este tipo de correlaciones para los otros elementos menores aún están en proceso de análisis.

Como síntesis de este trabajo, en el cuadro 1 se presenta una adaptación de la Tabla General de Niveles Críticos en el que se incluye los niveles críticos según la solución extractora correspondiente y una columna más en la que se indica las condiciones anormales en el caso de los elementos menores.

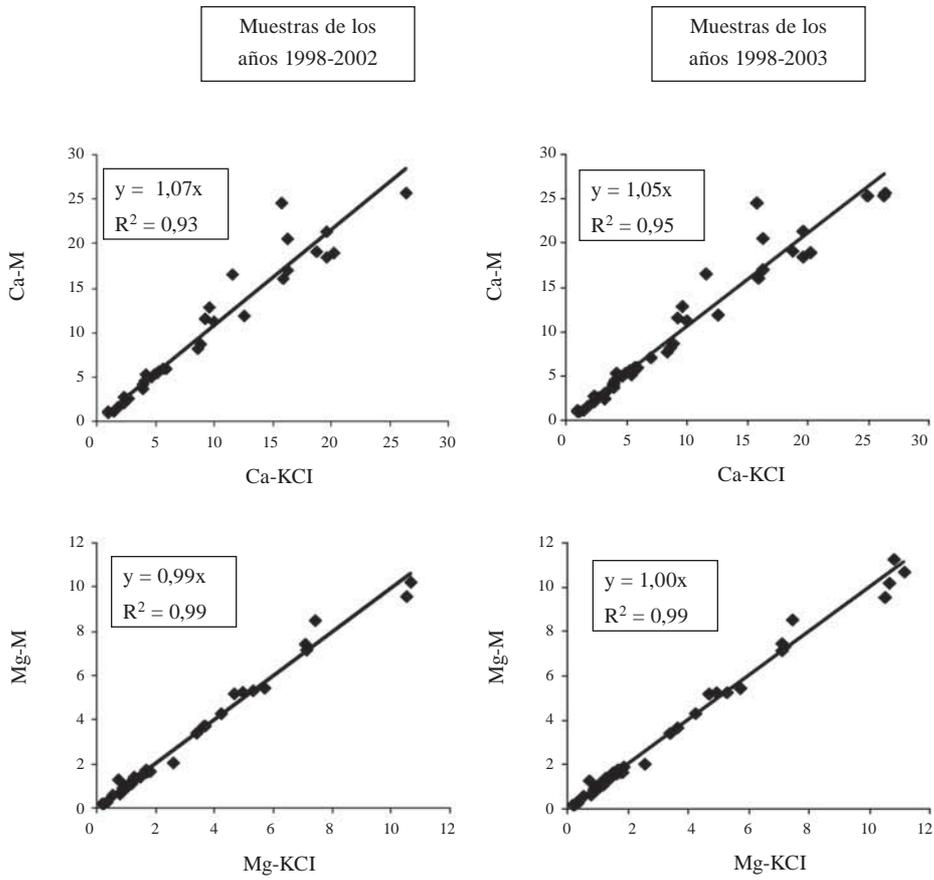


Fig. 2. Correlación entre soluciones de KCl y Mehlich 3 para Ca y Mg, 1998-2002 y 1998-2003.

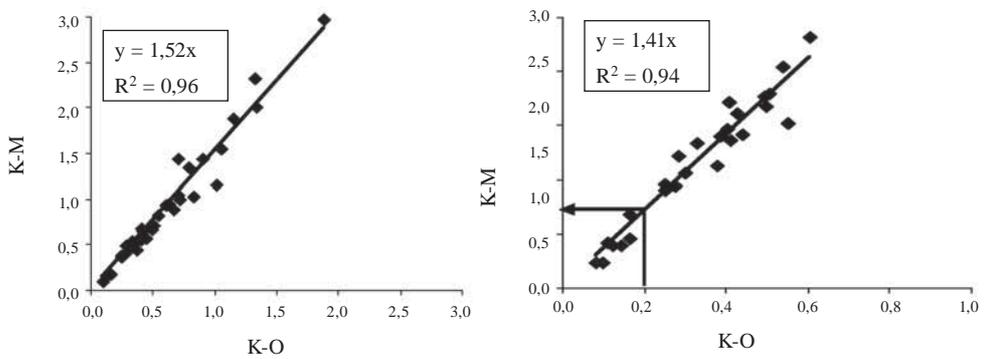


Fig. 3. Correlación entre soluciones de Olsen Modificado y Mehlich 3 para K, 1998-2002.

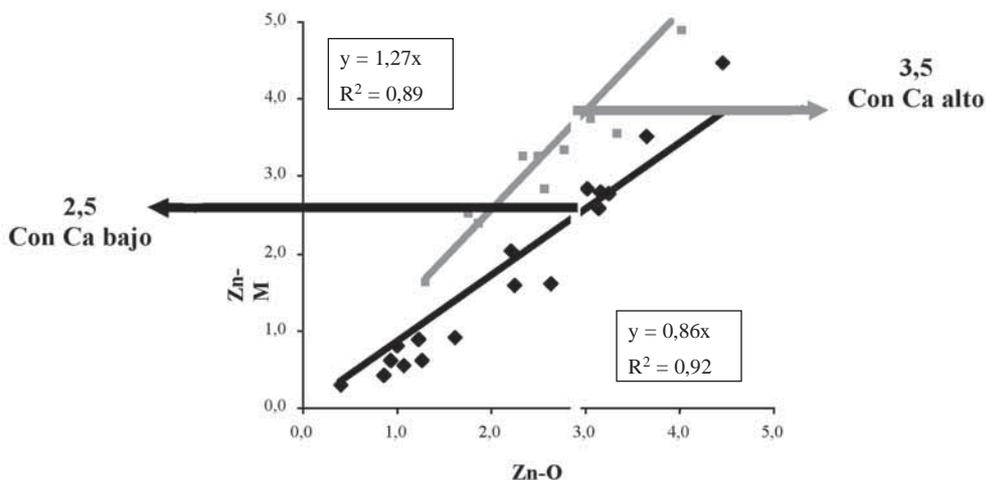


Fig. 4. Correlaciones entre soluciones Olsen Modificado y Mehlich 3 para Zn, 1998-2002.

Cuadro 1. Niveles críticos para la interpretación de análisis de suelos (Adaptada por Bertsch 2004).

Característica	Unidades	agua	KCl	Olsen Mod	Mehlich 3	Anormal
pH en agua	01:02,5	<5,5				
acidez	cmol(+) l ⁻¹		>0,5			
saturación de acidez (acidez/CICE)*100	%		>10			
suma bases (Ca+Mg+K)	cmol(+) l ⁻¹		<5		<5	
CICE (acidez+Ca+Mg+K)	cmol(+) l ⁻¹		<5		<5	
Ca	cmol(+) l ⁻¹		<4		<4	>50
Mg	cmol(+) l ⁻¹		<1		<1	>15
K	cmol(+) l ⁻¹			<0,2	<0,3	>5
P	mg l ⁻¹			<10		>200
Zn	mg l ⁻¹			<3	<2,5/3,5	>50
Mn	mg l ⁻¹			<5		>100
Fe	mg l ⁻¹			< 10		>500
Cu	mg l ⁻¹			< 2		>100

KCl, 1M, 1:10

Olsen Modificado, 1:10 (NaHCO₃ 0,5N, EDTA disódica 0,01M, Superfloc 127, pH 8,5)

Mehlich 3, 1:10 (HOAc 0,2N, NH₄NO₃ 0,25N, NH₄F 0,015N, HNO₃ 0,013N, EDTA 0,001M, pH 2,5)

LITERATURA CONSULTADA

- CABALCETA G., CORDERO A. 1994. Niveles críticos de fósforo en Ultisoles, Inceptisoles, Vertisoles y Andisoles de Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 18(2):147-161.
- CABALCETA G. 1993. Niveles críticos de fósforo, azufre y correlación de soluciones extractoras en Ultisoles, Vertisoles, Inceptisoles y Andisoles de Costa Rica. Tesis M.Sc. Programa de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, Universidad de Costa Rica. 186 p.
- CORDERO A., MINER G.S. 1975. Programa de calibración de análisis de suelos para la fertilización de arroz y maíz en Costa Rica, pp. 533-548. *In: E. Bornemisza y A. Alvarado (eds). Manejo de Suelos de América Tropical. North Carolina State University.*
- GADEA A.J. 1993. Niveles críticos de calcio, magnesio y potasio en cuatro órdenes de suelos de Costa Rica. Tesis M.Sc. Programa de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, Universidad de Costa Rica. 134 p.
- HUNTER A. 1975. Nuevas técnicas y equipo para análisis de suelos de rutina, pp. 467-483. *In: E. Bornemisza y A. Alvarado (eds). Manejo de Suelos de América Tropical. North Carolina State University.*
- MEHLICH A. 1984. Mehlich 3 soil extractant: a modification of Mehlich 2 extractant. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 15:1409-1416.
- MOLINA E., CABALCETA G. 1990. Correlación de diferentes soluciones extractoras en Vertisoles y Ultisoles de Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 14(1):37-44.
- MOLINA E. 1993. Calibración de métodos de análisis de cobre, zinc y manganeso disponible en Ultisoles, Vertisoles, Inceptisoles y Andisoles de Costa Rica. Tesis M.Sc. Programa de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, Universidad de Costa Rica. 146 p.