

## NOTAS DE INVESTIGACION

EMPLEO DEL PROCEDIMIENTO DE CAMPO PARA DETERMINAR  
EL ALUMINIO EXTRAIBLE POR HIDROXIDO DE POTASIO  
EN SUELOS CHILENOS DE ORIGEN VOLCANICO<sup>1-2\*</sup>USE OF THE POTASSIUM HIDROXIDE FIELD PROCEDURE TO DETERMINE  
EXTRACTABLE ALUMINUM IN CHILEAN SOILS OF VOLCANIC ORIGIN

GERARDO GALINDO, EUGENIA BARROS y MAURICIO ESCUDEY  
*Departamento de Química, Facultad de Ciencia,  
Universidad de Santiago de Chile*

## SUMMARY

*Sixteen chilean soil series from volcanic origin were employed to evaluate the extractable Al with 4M KOH solution by the field procedure. Results were compared with those obtained by atomic absorption spectrophotometry.*

*Results obtained by both methods were significantly correlated, but % Al determined for Andisols were significantly different. These differences do not have influence on the use of the field procedure in taxonomy of these soils.*

## INTRODUCCION

Un suelo se clasifica como Andisol cuando, entre otras características, presenta propiedades ándicas. Se considera que un material tiene estas propiedades cuando cumple con los requerimientos establecidos de Al extraíble, densidad aparente y retención de fosfato. Existen dos alternativas para determinar el Al, una es la extracción con solución ácida de oxalato y la otra con solución 4M de KOH (ICOMAND, 1984). Ambos métodos, como la mayoría de los empleados para hacer separaciones taxonómicas, requieren el apoyo de un laboratorio bien equipado. Por esta razón, en Soil Taxonomy News (1981) se describió un procedimiento simple de campo para determinar el Al extraíble con solución 4M de KOH que fue posteriormente modificado, aumentando a 10 minutos

el tiempo de reacción, para ser empleado en Andisoles (Holmgren y Kimble, 1984).

Los valores de Al obtenidos mediante el procedimiento de campo han sido comparados con las cantidades de Al disueltas en otras soluciones extractivas (Blakemore, 1983; Holmgren y Kimble, 1984). Kimble *et al.* (1984) evaluaron el empleo de la solución 4M de KOH como criterio diferenciador de propiedades ándicas, determinando el Al mediante espectrofotometría de absorción atómica. Blakemore (1983) comparó en 12 muestras de suelos de Nueva Zelandia, el % de Al promedio extraído por la solución alcalina, determinado por volumetría y mediante espectrofotometría de absorción atómica.

La escasa información acerca del empleo conjunto de los procedimientos que involucran

<sup>1</sup>Trabajo financiado por la Dirección de Investigación Científica y Tecnológica de la Universidad de Santiago de Chile.

<sup>2</sup>Los autores agradecen al Dr. Ricardo Honorato de la Pontificia Universidad Católica de Chile por haber proporcionado las muestras de Ultisoles.

\*Publicación aprobada por el Comité Editor de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica con el N° 392/85. Fecha de recepción: 3 de septiembre de 1985.

la medición de campo y la instrumental, motivó este trabajo, cuyo objetivo es correlacionarlos, empleando muestras de suelos de origen volcánico provenientes de la Zona Centro Sur del país.

## MATERIALES Y METODOS

### *Suelos*

En este trabajo se emplearon dieciséis series de suelos originados en diferentes materiales volcánicos, de las cuales Frutillar, Lanco, Osorno, Pelchuquín, Puerto Fonck, Puerto Montt y Puerto Octay fueron clasificadas como Andisoles (Sixth International Soil Classification Workshop, 1984). Además se incluyeron seis Ultisoles (Cañete, Collipulli, Cudico, Fresa, Metrenco y Los Ulmos) y las series Corte Alto y Chanleufú que no presentan propiedades ándicas. Diversas características mineralógicas, químicas y morfológicas de estos suelos han sido publicadas previamente (Sixth International Soil Classification Workshop, 1984; Honorato y Olmedo, 1985).

Las determinaciones se hicieron en los horizontes necesarios para investigar las propiedades ándicas en el espesor y las profundidades estipuladas en la definición de Andisoles (ICOMAND, 1984). Las muestras se recolectaron con la humedad de campo, se tamizaron en húmedo y se conservaron en envases herméticos.

### *Procedimientos*

Se empleó el procedimiento descrito en Soil Taxonomy News (1981), diseñado para ser aplicado en terreno, que consiste en tratar aproximadamente 0,2 g de suelo con 20 gotas de solución de KOH 4M, agitando suavemente durante dos minutos. Luego se diluye con 20 ml de agua destilada, se agregan gotas de fenolftaleína y el sistema se ajusta con soluciones 0,75 y 0,1 N de HCl hasta la decoloración del indicador. En seguida se agregan 20 gotas de solución 4M de KF, con lo que el indicador cambia a rosado y se cuenta el número de gotas de HCl 0,1 N necesario para su decoloración, que debe permanecer estable durante 30 segundos. Dos gotas de HCl 0,1 N equivalen aproximadamente a 0,1% de Al.

El procedimiento original se modificó levemente con el objeto de tener mayor precisión inicial, por lo que las muestras se pesaron en balanza analítica y se empleó una bureta como contador de gotas. Además se emplearon envases de material plástico recortados, con capacidad para 100 ml con el objeto de tener la mayor similitud con el procedimiento en el cual se determinó el Al extraído por espectrofotometría de absorción atómica, debido a que la reacción se realizó en tubos de centrifuga del mismo material. En este último caso la separación de las fases se hizo en una centrifuga DAMON, modelo IEC B-20A, a 12.000 g.

Las determinaciones de Al en el procedimiento de laboratorio, se hicieron por espectrofotometría de absorción atómica en un instrumento Perkin Elmer modelo 2380. Se empleó una llama de óxido nitroso-acetileno y se tomaron todas las precauciones necesarias para evitar las interferencias de matriz.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En general, tal como se observa en la Figura 1, los valores de Al determinados volumétricamente (CAM) son superiores a los obtenidos por espectrofotometría de absorción atómica (EAA).

Las mayores diferencias se encontraron en los horizontes A de Frutillar y Puerto Montt, en los que el contenido de C orgánico supera el 15%. En parte, esta discrepancia se origina en la dificultad que se encontró para establecer el punto final debido a la coloración oscura de los suelos; este hecho es concordante con lo informado por Holmgren y Kimble (1984) y Blakemore (1983), quien además señaló problemas en la obtención de un punto final estable.

Aunque Blakemore (1983) discutió la confiabilidad del método volumétrico, haciendo énfasis, entre otros factores, en los señalados anteriormente; Holmgren y Kimble (1984) recomiendan el procedimiento que cumple con los requisitos de empleo de un pequeño volumen de reactivo, rapidez y simplicidad. Además, discutieron la precisión del procedimiento en términos de la estimación de la masa de muestra y de la valoración con un contador de gotas, estableciendo que el aspecto limitante era el primero de los señalados. En este tra-

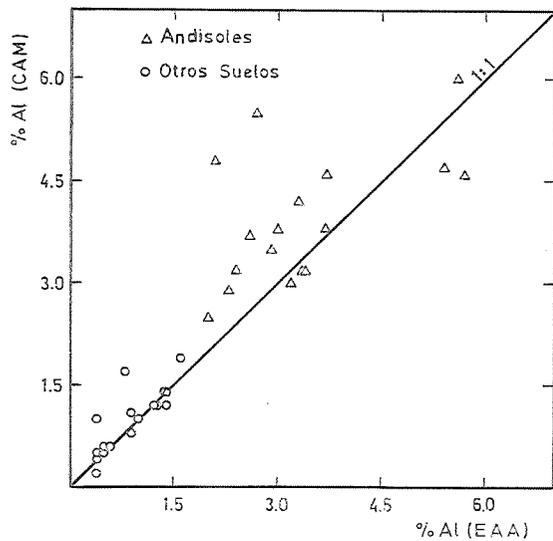


FIGURA 1  
COMPARACION DEL AL EXTRAIDO POR SOLUCION 4M DE KOH, DETERMINADO POR ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA (EAA) Y MEDIANTE EL PROCEDIMIENTO DE CAMO (CAM), EN SUELOS CHILENOS DERIVADOS DE MATERIALES VOLCANICOS

*Comparison of extracted Al by 4M KOH Solution, determined by atomic absorption spectrophotometry (EAA) and by the field procedure (CAM), in Chilean soils derived from volcanic materials*

bajo, con el objeto de disminuir la importancia de estas dos fuentes potenciales de variación, las muestras se pesaron en balanza analítica y los volúmenes se midieron con bureta; así fue posible comparar los resultados volumétricos con los instrumentales. El resultado promedio de % de Al obtenido por valoración (2,5%) es superior al determinado por espectrofotometría de absorción atómica (2.1%); la tendencia, los valores y el rango (0.2–6.0%) son similares a lo informado por Blakemore (1983).

Los resultados obtenidos al emplear ambos procedimientos están correlacionados en forma significativa, al 0,05 considerando solamente los Andisoles y al 0,01 cuando se consideran los otros suelos o el total; las respectivas ecuaciones de regresión se presentan en el Cuadro 1. La situación se aprecia con claridad en la Figura 1 donde las mayores discrepancias con la recta ideal (1:1) se encuentran cuando aumentan los % del Al extraído, es decir, en la zona correspondiente a los Andisoles. En este caso particular los Andisoles escogidos cumplen con el requerimiento de tener  $\geq 1.5\%$  de Al extraíble en solución 4M de KOH.

Aunque existe un alto grado de correlación, los resultados son bastante diferentes en cuanto a los niveles determinadas. Se aplicó la prueba de F para establecer si las diferencias en la precisión de los valores obtenidos mediante

CUADRO 1

ECUACIONES DE REGRESION DE LOS % AL EXTRAIDOS MEDIANTE SOLUCION 4M DE KOH, DETERMINADOS POR ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA (EAA) Y MEDIANTE EL PROCEDIMIENTO DE CAMO (CAM)

*Regression equations of the % Al extracted by 4M KOH solution, determined by atomic absorption spectrophotometry (EAA) and by the field procedure (CAM)*

<i>Suelos</i>	<i>Ecuación de regresión</i>
Andisoles (n=17)	% Al (CAM) = 2,39 + 0,46% Al (EAA)
Otros suelos (n=17)	% Al (CAM) = 0,19 + 0,89% Al (EAA)
Todos (n=34)	% Al (CAM) = 0,38 + 0,98% Al (EAA)

ambos procedimientos eran significativas. Al realizar la prueba en dos conjuntos de datos, los resultados indicaron que las precisiones de ambos métodos no presentan diferencias significativas, con 95% de confianza. Se aplicó la prueba de t para muestras múltiples, empleando tres conjuntos de datos, Andisoles, otros suelos y todos los suelos. Las diferencias encontradas en los % de Al en los suelos no clasificados como Andisoles, no son significativas; pero lo son con 95% de confianza las determinadas al trabajar con Andisoles y con todos los suelos.

En los Andisoles se obtienen mayores % de Al al emplear el procedimiento de campo porque es factible medir una cantidad adicional de HCl, debido a que el punto final de la valoración se establece por decoloración de la fenolfaleína en una suspensión generalmente oscura, causada por los altos contenidos de materia orgánica. Además en este trabajo se emplearon dos minutos de reacción, que según Holmgren y Kimble (1984) no son suficientes para alcanzar una estabilización en la extracción, lo que es lógico si se considera que es un método selectivo, que extrae Al activo de fuentes tan diversas como alofán, para-alofán, imogolita y complejos Al-humus. En el procedimiento instrumental, la reacción se detiene por neutralización de la solución alcalina; en cambio, en el procedimiento de campo, después de esta operación se agrega solución 4M de KF, que además de reaccionar con el Al solubilizado, puede hacerlo con superficies de Al no-cristalino, que incluye en diverso grado las diferentes formas de Al activo, que no fueron disueltas por la solución de 4M de KOH. Esta acción causa la liberación de grupos  $\text{OH}^-$  a la fase líquida (Fieldes y Perrot, 1966) que a su vez aumenta el consumo de solución 0,1 M de HCl y origina valores más altos de Al al emplear el procedimiento de campo.

Sin embargo, las diferencias observadas, aunque son estadísticamente significativas en el caso de los Andisoles, no influyen en el empleo del procedimiento de campo como categorizante en la clasificación de estos suelos. En la Figura 1 se observa que todos los horizontes de los Andisoles tienen  $\geq 1,5\%$  de Al cualquiera sea el procedimiento empleado. Solamente dos de los horizontes de los otros sue-

los, A12 de Chanleufú y Los Ulmos, cumplen con este requerimiento de propiedades ándicas. En el caso de Chanleufú ambos procedimientos entregan un valor superior a 1,5% de Al, pero ninguno de los tres horizontes de este suelo que podrían ser considerados para calificarlo como Andisol cumple con los requerimientos exigidos por ICOMAND (1984). La situación de Los Ulmos es diferente, el procedimiento de campo entrega un valor superior a 1,5% y el espectrofotométrico un valor inferior a este nivel; no obstante, en forma similar al suelo Chanleufú, ninguno de los tres horizontes que podrían ser considerados satisfacen los requisitos pedidos.

## CONCLUSIONES

Las mayores dificultades operacionales del procedimiento de campo se encontraron en los horizontes cuyo contenido de C orgánico superó al 15%; en estas muestras se observaron también las mayores diferencias con el procedimiento de laboratorio.

Existe una correlación significativa entre los resultados obtenidos mediante ambos procedimientos. Sin embargo, las diferencias entre los % de Al encontrados son significativas, al considerar los Andisoles.

Las diferencias no invalidan el empleo del procedimiento de campo, en el establecimiento de las propiedades ándicas en estos suelos.

## RESUMEN

Se emplearon muestras de dieciséis series de suelos chilenos de origen volcánico para evaluar el procedimiento de campo para determinar Al extraíble con solución 4M de KOH. Los resultados se compararon con los obtenidos mediante espectrofotometría de absorción atómica.

Los resultados de ambos procedimientos correlacionan significativamente, pero los % de Al encontrados en los Andisoles son significativamente diferentes. Sin embargo, las diferencias no influyen en el empleo del procedimiento de campo en la taxonomía de estos suelos.

## LITERATURA CITADA

- BLAKEMORE, L.C. 1983. *An evaluation of the KOH/Al extraction for New Zealand soils and comparison with acid-oxalate extractable aluminum*. Soil Taxonomy News N° 6: 12-13.
- FIELDER, M. and K.W. PERROT. 1966. *The nature of allophane in soil. Part III. Rapid field and laboratory test for allophane*. N.Z.J. Sci. 9: 623-629.
- HOLMGREN, G.G.S. and J.M. KIMBLE. 1984. *Field estimation of amorphous aluminum with 4M potassium hydroxide*. Soil Sci. Soc. Am. J. 48: 1378-1382.
- HONORATO, R. y N. OLMEDO. 1985. *Características evolutivas de cinco series de suelos "Rojo Arcillosos" de la zona central sur de Chile*. Ciencia e Inv. Agr. 12: 89-103.
- INTERNATIONAL COMMITTEE ON THE CLASSIFICATION OF ANDISOLS. (ICOMAND). 1984. *Circular Letter N° 6*.
- KIMBLE, J.M., C.S. HOLZHEY and G.G.S. HOLMGREN. 1984. *An evaluation of potassium hydroxide extractable aluminum in Andepts (Andisols)*. Soil Sci. Soc. Am. J. 48: 1366-1369.
- SIXTH INTERNATIONAL SOIL CLASSIFICATION WORKSHOP. 1984. *Tour Guide. Part 1: Chile*.
- SOIL TAXONOMY NEWS. 1981. *New field procedure*. N° 1: 11-12.

