

ESPECTROMETRÍA GAMMA: UN MÉTODO COMPLEMENTARIO PARA DETERMINAR LA LITOLOGÍA DE MATERIALES PARENTALES DE SUELOS. APLICACIÓN A UN ESTUDIO AGROLÓGICO¹

Gamma-ray spectrometry: A complementary method to determine the lithology of soil parental materials. Application to an agrolological study¹

Ricardo Oyarzún L.², Pablo Álvarez L.³ y Jorge Oyarzún M.⁴

A B S T R A C T

Gamma-ray spectrometry was used as a complementary tool for the identification of soil parental materials, in an agrolological study carried out on the Talhuén basin (30°28' - 30°36' S lat., and 71°11' - 77°18' W long.), Limarí Province, IV Region, Coquimbo, Chile. The research included gamma radiometric counts inside 36 trenches and comparison against field petrographic observations and geological cartography. Radiometric data were quite precise and consistent with the respective petrographic types, and very useful to determine the spatial distribution of the different lithological units in the study area. It was shown to be an easy-to-use and quick-result technique, which is an additional advantage.

Key words: Talhuén Basin, Limarí Province, lithology, edaphology.

R E S U M E N

La espectrometría gamma fue utilizada como método complementario de identificación de los materiales parentales de suelos, en un estudio agrológico efectuado en la Cuenca de Talhuén (30°28' - 30°36' lat. Sur y 71°11' - 71°18' long. Oeste), Provincia de Limarí, IV Región de Coquimbo, Chile. La investigación comprendió mediciones de radiación gamma al interior de 36 calicatas y su confrontación con observaciones petrográficas de terreno, y con la cartografía geológica existente. La información radiométrica obtenida fue bastante precisa y consistente con los respectivos tipos petrográficos y de mucha utilidad para determinar la distribución espacial de los diferentes tipos litológicos en la zona de estudio. Además, se mostró como una técnica de fácil utilización y rápida obtención de resultados, lo que constituye una ventaja adicional.

Palabras clave: Cuenca de Talhuén, Provincia de Limarí, litología, edafología.

INTRODUCCIÓN

Los factores de formación de suelos son la roca madre o material parental, la geomorfología, el clima, los organismos vivos y el tiempo (Jenny,

1941, citado por Fitzpatrick, 1980). Con respecto al material parental, éste representa el estado inicial del sistema, pudiendo ser muy variado, como una roca consolidada, un depósito no consolidado, o un suelo preexistente. Sus caracte-

¹Recepción de originales: 21 de marzo de 2001 (reenviado).

²Ingeniero Agrónomo. Marcela Paz 640, La Serena, Chile. E-mail: oyar640@entelchile.net

³Universidad de La Serena, Departamento de Agronomía, Campus Limarí, Av. La Paz s/n, Ovalle, Chile. E-mail: agro@userena.cl

⁴Universidad de La Serena, Departamento de Minas, Benavente 980, La Serena, Chile.

rísticas, particularmente su litología, se expresa en algunas propiedades de los suelos, tales como color, textura y estructura (Porta *et al.*, 1999), y es un criterio más a considerar al momento de definir series de suelos y proceder a su clasificación taxonómica en estudios agrológicos (Alcayaga, 1984).

Sin embargo, frecuentemente se hace difícil la caracterización litológica en terreno de los materiales formadores de un suelo. Esto se debe a varios factores, tales como la alteración hidrotermal o la meteorización de los clastos, como por el hecho de que presentan una granulometría muy fina. Por otra parte, en el caso de las rocas volcánicas, tan abundantes en Chile, su textura afanítica o microcristalina hace muy difícil distinguir, sin ayuda del microscopio, entre materiales de distinta composición mineralógica. Por otro lado, la posibilidad de tomar muestras y analizarlas en laboratorio constituye una opción cara y lenta en la obtención de resultados. En consecuencia, resulta importante disponer de metodologías e instrumentos de rápida y fácil aplicación para ser utilizados en estudios de suelos, en lo que corresponde a la caracterización de la litología de los materiales parentales.

En geología, la espectrometría de rayos gamma se utiliza tanto para determinar contactos litológicos ocultos por materiales de relleno, como en la prospección de minerales radioactivos. La base teórica de tales aplicaciones radica en la diferente abundancia que presentan los distintos tipos litológicos en sus contenidos de uranio, torio y potasio. En general, estos tres elementos son abundantes en las rocas ígneas félsicas, es decir, en aquellas ricas en feldespato potásico y micas, y su contenido decrece en rocas máficas, que poseen menor porcentaje de feldespatos y micas, pero mayor inclusión de minerales ferromagnesianos como anfíbolos y piroxenos. La correlación entre uranio y potasio es muy satisfactoria y ha sido comprobada en Chile central para el caso de las rocas graníticas de diferentes edades geológicas (López-Escobar y Oyarzún, 1974).

Igualmente, en un estudio realizado en las Provincias de Elqui y Limarí, IV Región, Oyarzún *et al.* (1997) comprobaron que las rocas graníticas y volcánicas félsicas presentaban mayores valores de radioactividad que las rocas ígneas intermedias y que las rocas ígneas máficas, pobres en potasio (K). En efecto, aunque el isótopo K^{40} representa sólo 0,012% del K de la corteza terrestre, contribuye de modo importante a la radioactividad de las rocas, dada la amplia difusión del K en las rocas ígneas félsicas, como constituyente de los feldespatos. Por este motivo, es posible extender esta metodología a la cartografía geológica en general (Parasnis, 1971).

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la utilización de la prospección radiométrica gamma en estudios de suelos, como una forma indirecta de identificar los distintos tipos litológicos de los materiales parentales.

MATERIALES Y MÉTODOS

La Cuenca de Talhuén se ubica 5 km al norte de la ciudad de Ovalle, Provincia de Limarí, IV Región. La investigación que se presenta se efectuó en el marco de un estudio agrológico realizado en una superficie aproximada de 6.400 ha ubicadas en la parte central y sur de dicha cuenca (Oyarzún y Álvarez, 2001). De esta forma, la zona de estudio se inscribe en el cuadrante definido por las coordenadas 30°28' - 30°36' lat. Sur y 71°11' - 71°18' long. Oeste, siendo sus límites las quebradas de La Quemada y Las Cañas por el norte, el canal Talhuén por el sur, y la línea divisoria de aguas propia de la cuenca por el este y el oeste.

Las mediciones se efectuaron mediante un espectrómetro gamma (Scintrex, modelo GIS-5, Canadá) transportado manualmente. Se realizaron lecturas al interior de 36 calicatas, controladas mediante posicionador satelital (Garmin, modelo II Plus, EE.UU.). En cada lugar se realizaron 5 mediciones de radiación total en la modalidad de conteo integrado durante 10 s, con el instrumento suspendido al interior de la calicata, orientado

en dirección norte. Las distintas lecturas realizadas en cada lugar presentaron baja dispersión, con una diferencia entre los valores mínimos y máximos inferior a 7% respecto al promedio de las mismas. Por esta razón, dicho promedio se consideró al momento de determinar la respuesta radiométrica de la zona de estudio. Adicionalmente, en cada lugar de medición se realizaron descripciones litológicas generales de los materiales observables, y se revisó su correspondencia con las unidades geológicas definidas por Thomas (1967).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En primer lugar, la información radiométrica de la zona de estudio fue contrastada con la obtenida por Oyarzún *et al.* (1997), lo que se presenta en la Figura 1. Considerando la distribución similar de los resultados, y que ambas investigaciones

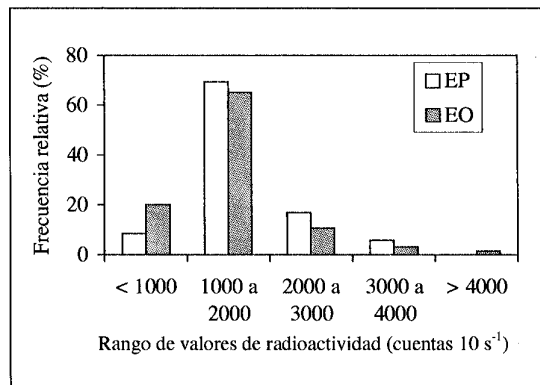


Figura 1. Comparación de frecuencia de mediciones de radioactividad entre el presente estudio (EP) y el de Oyarzún *et al.*, 1997 (EO).

Figure 1. Radioactivity measurement frequency comparison between current research (EP) and Oyarzún *et al.*, 1997 (EO).

se realizaron en condiciones ambientales y operacionales equivalentes, se decidió adoptar los intervalos propuestos por Oyarzún *et al.* (1997) al momento de interpretar y presentar en cartografía los resultados. En efecto, el citado estudio concluyó, en términos litológicos y radiométricos, que las rocas máficas presentaban valores de radioactividad de 1.000 a 1.500 cuentas en 10 segundos (ctas. 10 s^{-1}), las rocas intermedias entre 1.500 y 2.500 (ctas. 10 s^{-1}) y las rocas félsicas valores entre 2.500 y 3.500 (ctas. 10 s^{-1}).

Al realizar un análisis de la distribución espacial de los valores de radioactividad (Figura 2) en conjunto con la cartografía geológica existente (Thomas, 1967), se puede señalar que ésta presentó buena correlación con los diferentes tipos litológicos presentes en la zona de estudio. En efecto, pese a la diferencia de escala entre el mapeo de Thomas (realizado 1:250.000) y el presente estudio, dicha correspondencia fue, en general, satisfactoria. Es así como los valores más bajos se asociaron a los materiales de carácter andesítico situados al Este de la quebrada de Talhuén, en el entorno de la quebrada El Sauce. Algunas mediciones más altas en materiales andesíticos se pueden explicar por la presencia de andesitas shoshoníticas, ricas en K, en los estratos de la Formación Arqueros, aflorante en la zona de estudio (Levi *et al.*, 1988). En cambio, en el material de naturaleza granítica, localizado al oeste de la quebrada de Talhuén y en los alrededores del yacimiento ferrífero de El Dorado, se obtuvieron las mayores lecturas. Finalmente, las zonas de depósitos aluviales en la parte central de la cuenca de Talhuén, presentaron valores de radiación intermedios, propios de la composición mixta de los materiales constituyentes, correspondientes a clastos de petrografía andesítica y granítica.

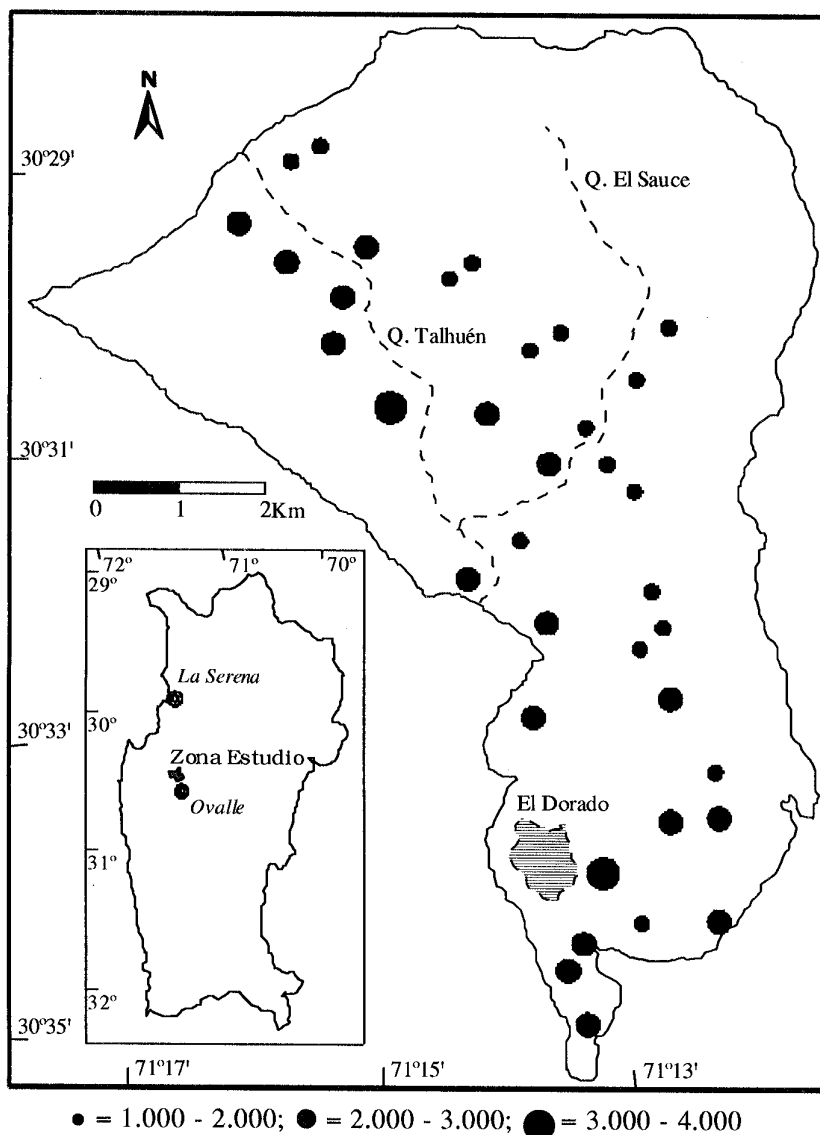


Figura 2. Rangos de radiación gamma (cuentas 10 s^{-1}).

Figure 2. Gamma radiation ranges (counts 10 s^{-1}).

CONCLUSIONES

La información radiométrica obtenida en terreno permitió controlar, verificar y extrapolar para la zona de estudio, las observaciones petrográficas realizadas en los puntos de muestreo. Por lo tanto, la espectrometría de rayos gamma mostró ser una herramienta complementaria de gran utilidad para establecer la litología de los mate-

riales parentales de los suelos en la investigación llevada a cabo. Finalmente es necesario destacar las ventajas logísticas que representa el uso de este instrumento para los objetivos antes indicados, dado que el espectrómetro es de muy fácil uso y transporte, sus mediciones son rápidas, precisas y reproducibles, y su operación no implica costos adicionales.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Dirección de Investigación de la Universidad de La Serena y a PRODECOP por financiar, respectivamente, el

proyecto en el cual se enmarca la presente investigación (DIULS 220-206) y la publicación de sus resultados. Además, la asistencia de Nelson Vivanco y Leodán Pinto es igualmente reconocida y agradecida.

LITERATURA CITADA

- Alcayaga, S. 1984. Curso sobre reconocimiento de suelos. s.p. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Departamento de Ingeniería y Suelos, Santiago, Chile.
- Fitzpatrick, E.A. 1980. Soils: their formation, classification and distribution. 353 p. Longman, London, England.
- Levi, B., J.O. Nystrom, R. Thiele, and G. Aberg. 1988. Geochemical trends in Mesozoic-Tertiary volcanic rocks from the Andes in Central Chile, and tectonic implications. *J. of South American Earth Sciences* 1:63-74.
- López-Escobar, L., and J. Oyarzún. 1974. Uranium in calc-alkaline granitoids of central Chile. *Pacific Geology* 8:47-50.
- Oyarzún, J., C. Pizarro, y W. Valencia. 1997. Las anomalías radiométricas de Andacollo y los yacimientos auríferos epitermales del distrito. *Investigación y Desarrollo* 1:37-41.
- Oyarzún, R., y P. Álvarez. 2001. Morfología de suelos de la Cuenca de Talhuén del secano semiárido de la IV Región, Chile. *Agricultura Técnica* 61:517-521.
- Parasnis, D.S. 1971. Geofísica minera. 376 p. Paraninfo, Madrid, España.
- Porta, J., M. López-Acevedo, y C. Roquero de Laburu. 1999. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. 807 p. 2ª ed. Mundi Prensa, Bilbao, España.
- Thomas, H. 1967. Geología de la Hoja Ovalle (Cochimbo). 58 p. y carta geológica (1:250.000). Boletín N° 23. Instituto de Investigaciones Geológicas, Santiago, Chile.