



COMPARACIÓN ENTRE LA CALIDAD DE MEDICIONES MAGNETICAS EMPLEANDO PORTAMUESTRAS CUBICO Y CILINDRICO PARA ESTUDIOS DE MAGNETISMO AMBIENTAL

Rubén Cejudo¹, Francisco Bautista¹, Avto Goguichaisvili², Berttha Aguilar², Juan Morales²

¹Universidad Nacional Autónoma de México Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental (LUGA), Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Michoacán, México. Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701 Col. Ex-Hacienda de San José de La Huerta, C.P. 58190, Morelia, Michoacán, México.

²Universidad Nacional Autónoma de México Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, Instituto de Geofísica Unidad Michoacán,

RESUMEN

El empleo de un gran número de muestras en estudios de magnetismo ambiental y su almacenamiento por periodos de tiempo largo, representa un problema para los laboratorios, debido a la necesidad de adquirir un gran número de portamuestras nuevos, lo cual implica un alto costo económico y esperar un tiempo para obtener estos nuevos portamuestras. En el mercado local existen portamuestras de forma cilíndrica que son económicas y su tiempo de entrega es inmediata, por lo que pueden ser una opción de compra. El objetivo de este estudio fue realizar un análisis comparativo entre las mediciones magnéticas obtenidas por portamuestras cilíndricas conseguidas en el mercado local y los portamuestras cúbicos convencionales (ASC Scientific) con la finalidad de determinar si el portamuestra cilíndrico puede ser una opción para emplearse para los estudios magnéticos. Las mediciones de susceptibilidad magnética y la adquisición de las curvas de magnetización remanente isotérmica (MRI) se realizaron en ambos tipos de muestras con cuatro repeticiones para cada uno, las mediciones fueron realizadas sin muestra y con muestras de suelo. Los dos datos se compararon utilizando un análisis de varianza simple para determinar si existe una variación en las mediciones magnéticas entre ambos tipos de portamuestras. Los resultados obtenidos no muestran diferencias estadísticamente significativas entre los tipos de portamuestra. Se determina que el uso de portamuestra cilíndrico no altera los parámetros magnéticos, por lo que es posible emplearse en estudios magnéticos, representando una opción económica de tiempo y dinero.

Palabra Clave: Suelo, económicos, susceptibilidad magnética, magnetización remanente.

ABSTRACT

The employing of numerous samples in environmental magnetism studies and their storage for long time, represent a problem for the laboratories, as it is necessary to acquire a large number of sample holders, which implies an economic cost and time for acquisition of new samples holders. In the local market there are cylindrical specimen holders of low cost and of easy acquisition; which represent a buying option. The aim of this study was to perform a comparative analysis of cylindrical holders obtained in the local market and the conventional cubic specimen (ASC Scientific) in order to determine if the cylindrical sample holder may be an option to be used for magnetic studies. The measurements of magnetic susceptibility and acquisition of isothermal remanent magnetization (MRI) curves were performed four times in each kind of sample holder; the measurements were done with and without soil samples. With the goal of determine if there are variations in magnetic measurements carried out on both types of sample holders, an analysis of variance was performed. The results indicate that there are no statistical differences between the magnetic measurements carried out on both types of sample holders, so it is possible to employ cylindrical type holders for magnetic studies, representing economical benefits of time and money.

Key words: Soil, economic, magnetic susceptibility, remanent magnetization.



Introducción

Muchos de los trabajos de magnetismo ambiental realizan un gran número de mediciones empleando un número muy grande de muestras, en muchas ocasiones, los porta-muestras no solo sirven para realizar las mediciones en los equipos magnéticos, sino que también, son requeridos para contener la muestra por periodos de tiempo grandes, los cuales pueden durar meses o años. Por esta razón, muchos laboratorios deben considerar invertir una parte de sus presupuestos en la continua compra de nuevos porta muestras, lo que a su vez va compañía de una serie de retos, tales como; la variación en los tiempos de cotización, disponibilidad, compra y envío, todos ellos pueden causar dificultades para el desarrollo de los proyectos, de esta manera es conveniente considerar las opciones que el mercado local puede ofrecer. Es posible hallar contenedores de plástico o acrílico que pueden fungir como sustitutos o ser equivalentes para utilizarlos en los instrumentos de medición magnética, para ello es necesario realizar una serie de pruebas magnéticas y análisis estadísticos, que nos permitan tomar la mejor decisión. El objetivo de este estudio fue realizar un análisis en portamuestras conseguidos en el mercado local para realizar mediciones magnéticas, y por medio de un análisis de varianza, determinar la factibilidad de emplearlos como sustituto de los portamuestras cubico del proveedor ASC Scientific.

Metodología

Se empelaron dos porta muestras, uno de forma cubica de 8.0 cc y uno cilíndrico de 6.3 cc. El portamuestras cilíndrico (conseguido en el mercado local) tiene una mayor longitud, para adaptarlos a los equipos de mediciones magnéticas, se disminuyo la tapa y parte del contenedor con una lima, hasta obtener una longitud de 2.3 cm, de esta manera se obtienen el tamaño para introducirlo en los equipos magnéticos (fig. 1; Tabla 1).



Figura 1. Portamuestras de cúbico (ASC Scientific) y cilíndrico (mercado local).

Tabla 1. Especificaciones de los dos tipos de portamuestras.

Dimensiones	Cubo (ASC Scientific)	Cilindro (mercado local)
Largo	2.3 cm	Diámetro
Ancho	2.3 cm	Altura
Altura	2.3 cm	
Material	Plástico	Plástico
Volumen	8.0 cm ³	6.3 cm ³
Costo en dólares	0.5*	0.2*

*Costo por pieza y sin envío.



Análisis magnéticos

Se utilizó una muestra de suelo previamente fue secada, molida y tamizada a una luz de tamiz de 2 mm. Se midió siete veces la susceptibilidad magnética (κ) a baja y alta frecuencia (0.47 kHz y 4.70 kHz) utilizando un equipo Bartington MSD2 con sensor dual. Las curvas de magnetización remanente (MRI) se realizaron a 0, 25, 50, 75, 100, 200, 300 y 700 mT (Aguilar *et al.*, 2011), con la finalidad de determinar la magnitud de la magnetización inducida en ambos portamuestras. Tres curvas fueron adquiridas con el portamuestras cubico y tres con el portamuestras cilíndrico. Los campos magnéticos par MRI son aplicados mediante un magnetizador de pulsos ASC IM-10, el procedimiento se realizo por triplicado para cada tipo de portamuestras. Las mediciones de MRI fueron realizadas a temperatura ambiente, y en un magnetómetro de giro JR6 de marca AGICO. Todos los valores de IRM se normalizaron. Todos los experimentos fueron realizados en el Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental (LUGA) de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Análisis de datos

Mediante un análisis de varianza (ANDEVA) se compararon los datos de susceptibilidad magnética de alta y baja frecuencia. El ANDEVA para los valores de MRI que se adquirieron a 700 mT, valor que corresponde a la magnetización remanente isothermal de saturación (MRIS).

El ANDEVA es usado para probar la hipótesis de medias poblacionales, parte de dos hipótesis. La hipótesis nula (H_0), que sostiene que todas las medias poblacionales (μ) son iguales es decir: $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_j$, donde j representa la media poblacional de la j muestra poblacional, o bien, se cumple la hipótesis alternativa (H_1), que sostiene que las medias no son todas iguales: $\mu_A \neq \mu_B \neq \mu_C \neq \mu_D$ (StatPoint, 2006). El análisis de varianza descompone la mediciones de cada variable en dos componentes: una componente entre-grupos, que cuantifica las diferencias entre las mediciones hechas con cada uno de los tipos de porta muestras y una componente inter-grupal, que cuantifica las diferencias entre las mediciones hechas con el mismo porta muestras. Si la variabilidad estimada entre-grupos es significativamente más grande que la variabilidad estimada inter-grupal, será evidencia entonces que las medias de los grupos no son iguales. El valor-P indicara si la hipótesis H_0 es rechazada o aceptada, esto es, si es menor a 0.05 se cumple la hipótesis H_1 , pero si el valor-p es mayor que 0.05, entonces se cumple la hipótesis H_0 , es decir, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de variable entre los diferentes tipos de portamuestras, para un nivel del 95.0% de confianza (Montgomery, 2009). Los análisis estadísticos se realizaron por medio del software Statgraphics Centurion XV.

Resultados y análisis

Los resultados del análisis de varianza para κ_{lf} y κ_{hf} indican un valor-P mayor que 0.05, por lo que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de κ_{lf} entre el portamuestras cilíndrico y cúbico, con un nivel de confianza 95 % (Tabla 2). Empleadnos un gráfico de caja y bigotes, se puede visualizar el comportamiento de las medias, para κ_{lf} se observar que las medias mantienen valores son similares en ambos tipos de muestras, es decir son indistinguibles, tal como se obtuvo en el análisis de varianza, también de estas graficas, se observo que par κ_{lf} existe una mayor dispersión en los resultados de muestra cubica que en las cilíndricas (fig. 2a). Para κ_{hf} se observo en las graficas una mayor dispersión de datos, las medias no coinciden, sin embargo el análisis ANOVA indica, que no existe diferencias entre medir κ_{hf} en un portamuestras cubico o cilíndrico.

Las curvas de MRI adquiridas con portamuestra cilíndrico no mostraron sobresaltos para los diferentes campos magnéticos (H) aplicados, además se observó un crecimiento normal y gradual de la curva conforme se incrementa los campos magnéticos (fig. 3). Todas las curvas mostraron valor de saturación entre 200 mT y 300 mT.



Tabla 2. Análisis de varianza para susceptibilidad magnética

Parámetro magnético	Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
κ_{lf}	Entre grupos	0.026	1	0.026	0.37	0.5517
	Intra grupos	0.823	12	0.069		
	Total (Corr.)	0.849	13			
κ_{hf}	Entre grupos	0.006	1	0.006	1	0.337
	Intra grupos	0.077	12	0.006		
	Total (Corr.)	0.084	13			

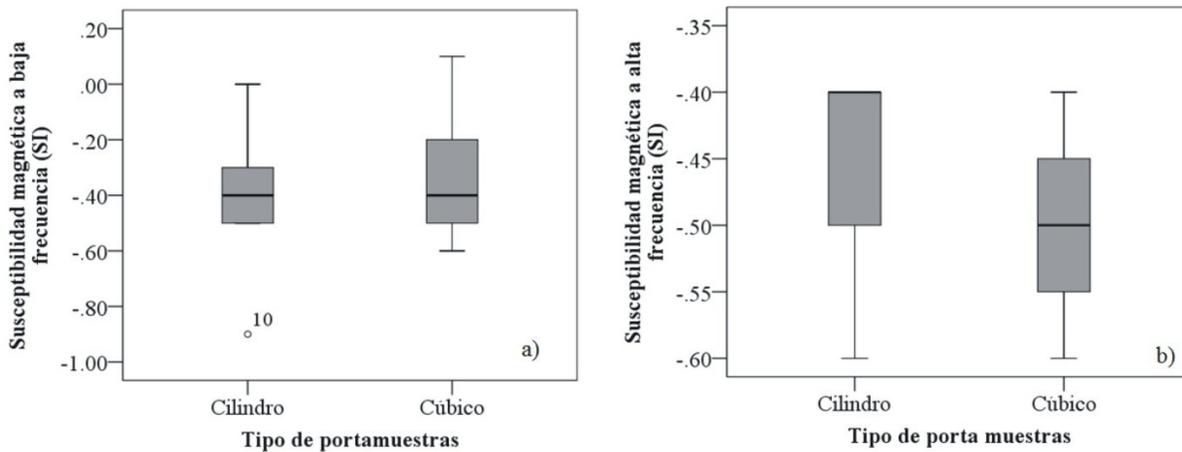


Figura 2. Grafica de cajas y bigotes de resultados de susceptibilidad de baja (a) y alta frecuencia (b) para los dos tipos de portamuestras, la mediana se indica con el trazo de una línea horizontal dentro de la caja.

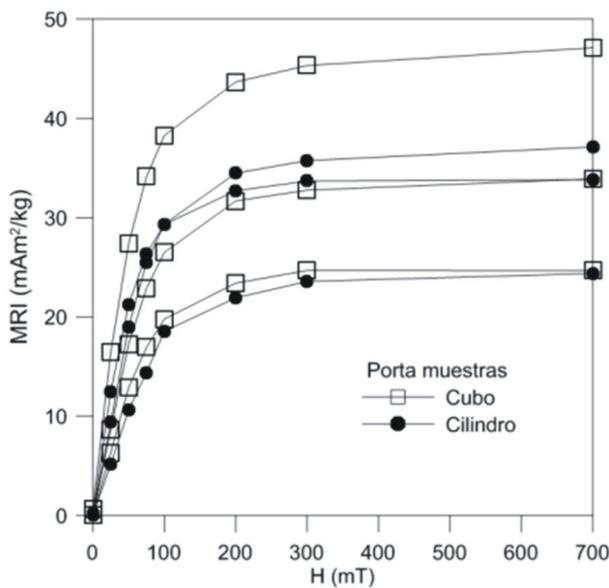


Figura 3. Curvas de adquisición de IRM con muestra de suelo para portamuestras cúbico y cilíndrico.

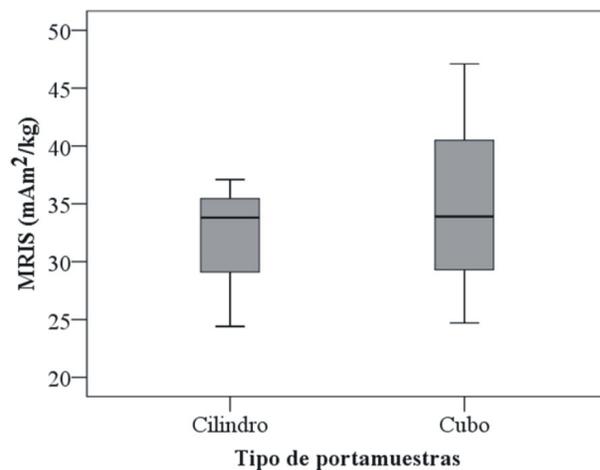


Figura 4. Valores de MRIS para los dos tipos de portamuestras, el valor promedio se indica con el trazo de una línea horizontal dentro de la caja.



El valor-P es mayor que 0.05 (0.6692), por lo que no existe una diferencia estadísticamente significativa con un nivel del 95.0% de confianza entre las mediciones realizadas de MRIS con el portamuestra tipo cilíndrico y el cúbico (Tabla 3). En un gráfico de caja y bigotes se pudo observar que el valor promedio de los datos de MRIS es similar en ambos tipos de portamuestra, las mediciones con portamuestras cúbico tuvieron una mayor dispersión para muestra de suelo (fig. 4).

Tabla 3. Análisis de varianza para MRIS.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	18.027	1	18.027	0.21	0.6692
Intra grupos	340.393	4	85.098		
Total (Corr.)	358.420	5			

Conclusión

Las mediciones de susceptibilidad magnética de alta y baja frecuencias, así como los valores de MRIS y las curvas de IRM realizadas con portamuestras cúbicos y cilíndricos no son diferentes. Es decir, es confiable la utilización de portamuestras cilíndricos que además son más económicos y de fácil adquisición.

Bibliografía

- Aguilar-Reyes, B., Bautista, F., Goguitchaichvili, A., y Morton, O., 2011. Magnetic monitoring of top soils of Merida (southern Mexico), *Stud. Geophys. Geod.*, 55, 377–388.
- Statpoint, Inc., 2006. STATGRAPHICS® Centurion XV User Manual, Estados Unidos de Norteamérica, 291 pp.
- Montgomery C., 2009. Introduction to Statistical Quality Control, 6a Edición, Ed. Wiley, Estados Unidos de Norteamérica, New York, 734 p.