

RESEARCH ADVANCE

**TERMOLUMINISCENCIA VS. ARQUEOMAGNETISMO:
DATACIÓN ABSOLUTA DE FRAGMENTOS CERÁMICOS
PREHISPÁNICOS DE LOS ANDES NOROCCIDENTALES
(PIEDRAS BLANCAS, MEDELLÍN, COLOMBIA)**

*Thermoluminescence vs. Archaeomagnetism: Absolute Dating of
Prehispanic Pottery Fragments from the Northwestern Andes
(Piedras Blancas, Medellin, Colombia)*

**Mauricio Obregón,¹ Ángel Ramírez Luna,²
Avto Goguitchaichvili,³ Rubén Cejudo,³ Juan Morales,³
Miguel Cervantes-Solano,³ Catriel Greco⁴**

¹ Centro de Estudios Antropológicos, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, UNAM, México

² Laboratorio de Termoluminiscencia, Instituto de Geofísica, UNAM, México

³ Servicio Arqueomagnético Nacional, Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM, México

⁴ CONICET, Universidad de San Luis, Argentina

(avto@geofisica.unam.mx)

RESUMEN. *Las dataciones absolutas realizadas tanto mediante arqueomagnetismo como por termoluminiscencia ofrecen aportaciones cronológicas importantes debido a que la datación se hace directamente sobre el objeto quemado. Esto no sucede así con la datación por radiocarbono, que es el método más utilizado en arqueología. En este trabajo hemos determinado la arqueointensidad absoluta geomagnética registrada en fragmentos cerámicos provenientes de los Andes noroccidentales (Colombia), los cuales habían sido previamente datados mediante el método de termoluminiscencia. Las muestras estudiadas consisten en un fragmento cerámico de olla asociado a un contexto doméstico y otro fragmento de volante de uso troncocónico, con decoración incisa fina rellena de pasta blanca, hallados en el sitio arqueológico Piedras Blancas (Medellín, Colombia). Los intervalos de edades obtenidos mediante el método arqueomagnético son relativamente amplios debido a la escasa precisión de la curva de referencia de variación secular para el intervalo de edad considerado. En cambio, la termoluminiscencia aporta edades absolutas mejor definidas y de mayor precisión.*

PALABRAS CLAVE. *Métodos de datación absoluta; termoluminiscencia; arqueomagnetismo; Medellín; Colombia; Andes noroccidentales.*

ABSTRACT. *Absolute dating by means of archaeomagnetism and thermoluminescence offer important chronological contributions because burned objects are dated directly. This is not true for the most common absolute dating method used in archaeology today, radiocarbon dating. In this survey we have determined the absolute geomagnetic archaeointensity recorded in ceramic fragments from the northwestern Andes (Colombia) which had previously been dated using thermoluminescence. The samples studied consist of a ceramic pot fragment associated with a domestic context and a truncated-cone shaped spindle whorl fragment with thin incised decoration and filled with white paste found at the Piedras Blancas archaeological site (Medellin, Colombia). The age ranges obtained by the archaeomagnetic method are relatively high due to the insufficient precision of the secular variation reference curve for the age interval considered, while thermoluminescence provides better defined and more accurate absolute ages.*

Recibido: 14-6-2019. Aceptado: 21-6-2019. Publicado: 24-6-2019.

Edited & Published by Pascual Izquierdo-Egea. English proofreading by Kirby Farah.

Arqueol. Iberoam. Open Access Journal. License CC BY 3.0 ES. <http://purl.org/aia/4205>.

KEYWORDS. Absolute dating methods; thermoluminescence; archaeomagnetism; Medellín; Colombia; northwestern Andes.

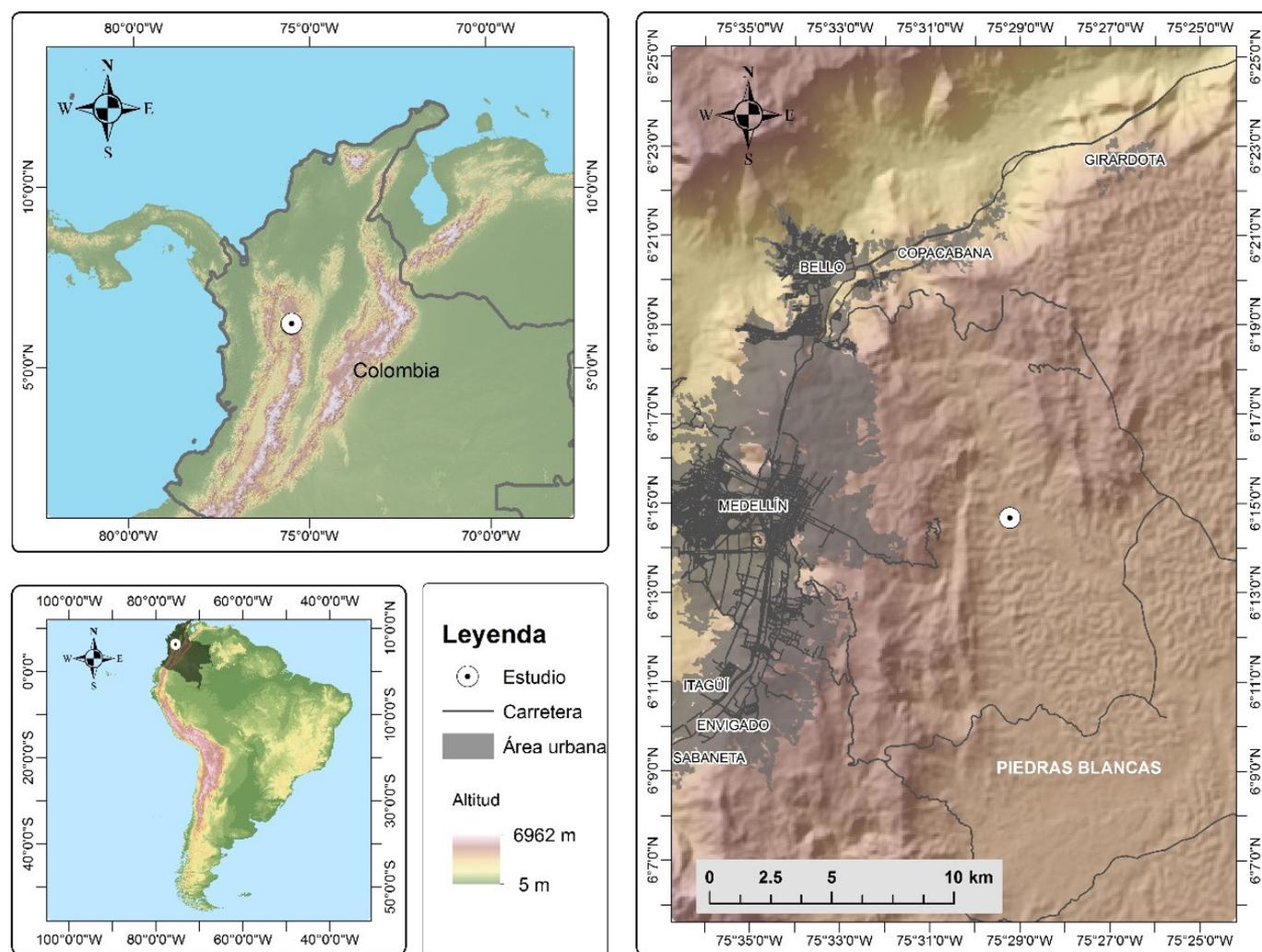


Figura 1. Mapa de localización de los sitios donde se obtuvieron las muestras.

INTRODUCCIÓN

En cualquier ejercicio de datación arqueológica, el tema más crítico es la existencia irrefutable de la relación entre el contexto de la muestra utilizada para la datación (fragmentos de cerámica entre otros materiales) y la datación radiométrica asociada (Goguitchaichvili *et al.* 2019). En este sentido, Waterbolk (1983) introdujo la prueba de grado de certeza para juzgar la asociación muestra-eventos, definiendo los siguientes grados: a) *certeza total*: la muestra y los eventos constituyen el mismo objeto arqueológico; b) *alta probabilidad*: existencia de una relación funcional directa entre el material orgánico (muestra) y los hallazgos arqueológicos de diagnóstico; c) *probabilidad media*: sin relación funcional pero el contexto aporta evidencia a

favor de su asociación; d) *posibilidad razonable*: asociación incierta en la misma matriz sedimentaria.

Respecto de la asociación con la cerámica Palamarczuk (2014), reconoce cuatro grados de asociación entre las dataciones y la cerámica: I) *alta probabilidad*: relación funcional directa entre la cerámica y la fecha del evento; II) *probabilidad media*: fragmentos con un alto grado de reensamblaje asociado con un piso de ocupación; III) *posibilidad razonable*: fragmentos dispersos en la matriz sedimentaria o incluso sobre un piso de ocupación, pero en cantidad escasa; IV) *asociación insignificante*: baja e incierta presencia de material cerámico.

Bajo estas premisas, el método de datación más utilizado en arqueología desde los años 50 del siglo pasado, la datación por radiocarbono, es incapaz de datar el artefacto arqueológico de manera directa. Sin em-

bargo, las metodologías de datación arqueomagnética y por termoluminiscencia ofrecen, en principio, la posibilidad de obtener dataciones absolutas del momento de elaboración del objeto (del enfriamiento en el caso del arqueomagnetismo). En este trabajo hemos determinado la arqueointensidad absoluta geomagnética registrada en fragmentos cerámicos provenientes de los Andes noroccidentales (Colombia), los cuales habían sido previamente datados mediante el método de termoluminiscencia. Se obtuvieron edades a partir del método arqueomagnético y se comparan con las edades previas.

CONTEXTO ARQUEOLÓGICO Y DETALLE DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS

La evolución cultural de las sociedades indígenas de Colombia, desde los cazadores primitivos hasta las grandes civilizaciones, se vio interrumpida por la expansión y conquista europea durante el siglo XVI. La arqueología del continente americano está dominada por dos áreas principales: en el norte tenemos el área de Mesoamérica, constituida por el sureste de México, Guatemala y parte de Honduras; mientras que al sur está el área de los Andes centrales, formada por Perú, el noroeste de Bolivia y algunas regiones de Ecuador, Argentina y Chile. En estas áreas evolucionaron grandes civilizaciones indígenas desde aproximadamente el 2000 a. C. hasta la conquista.

En condiciones climáticas y ambientales a veces muy adversas, los pueblos aborígenes de México y Perú crearon grandes estados y sistemas económicos muy eficientes. Su arquitectura, organización social, relaciones comerciales, religión y cosmología, artesanías y artículos de lujo dan testimonio de un nivel tecnológico, intelectual y artístico muy destacado (Bennett 1944; Lumbreras 1981; Reichel-Dolmatoff 1965, 1978; véase también Cejudo *et al.* 2019). En medio de estas dos grandes regiones de civilizaciones aborígenes, se extiende la llamada Área Intermedia, formada por América central, Colombia y partes de Venezuela y Ecuador. En esta región no hay evidencia de la existencia de grandes imperios, ni ciudades extensas, ni palacios, ni fortalezas, ni templos monumentales como en Mesoamérica y los Andes centrales. Sin embargo, según lo descrito magistralmente por Reichel-Dolmatoff (1965, 1996), la importancia de sus restos arqueológicos está fuera de toda duda. La posición geográfica del territorio colombiano le permitió convertirse en una especie de puen-

te, un tipo de zona de contacto entre los dos centros de civilización avanzada que se habían desarrollado hacia el norte y el sur.

En general se puede señalar que los contextos domésticos prehispánicos en los Andes noroccidentales corresponden, con frecuencia, a pequeñas geoformas planas (< 1 ha) naturales o antrópicas, distribuidas espaciadamente en el paisaje montañoso de las laderas y valles andinos (Obregón *et al.* 2004). En estos lugares, a partir de pequeñas excavaciones o de recorridos de superficie, se encontraron fragmentos cerámicos que se distribuyen en el espacio plano de la geoforma, generalmente formando patrones reconocibles vinculados a la localización de las antiguas viviendas prehispánicas (Obregón 2008). Los fragmentos corresponden en su mayoría a cerámica utilitaria doméstica (de servicio y culinaria) presentando en algunos casos huellas de uso tales como hollín o ahumado. En estos lugares, cuando no predominan los procesos erosivos, los fragmentos se encuentran enterrados dentro de una matriz de suelo orgánico (de negro a pardo) que conforma los horizontes superiores del perfil edáfico.

Al parecer, las antiguas viviendas fueron elaboradas enteramente con materiales perecederos, usualmente sin basamentos o muros de piedra, por lo que solo es posible identificarlas a partir de atributos del suelo tales como la compactación y el color, las huellas de poste y la distribución misma de las basuras cerámicas secundarias que con frecuencia delimitan su contorno (Obregón 2008). Las muestras analizadas en este estudio provienen de lugares como estos. Desde varios siglos antes de nuestra era y hasta la invasión española durante el siglo XVI d. C., estos lugares fueron ocupados por sociedades agricultoras (yuca, fríjol, maíz) con sistemas de movilidad reducida y patrones de asentamiento poco centralizados, las cuales elaboraban cerámica y orfebrería muy refinadas, además de cestería, tejidos (algodón, palmas) y sal. Tenían, hasta donde sabemos, estructuras políticas poco jerarquizadas y bastante diversas, articuladas a sistemas de intercambio de bienes/agentes a escala regional (Obregón 2008). Sus estructuras simbólicas al parecer podrían estar vinculadas a diversos sistemas de prácticas chamánicas y ontologías animistas. Si juzgamos por los datos del siglo XVI d. C., existió en esta región una enorme diversidad cultural, manifiesta en las diversas lenguas, costumbres y sistemas de organización que registraron las avanzadas invasoras ibéricas. Respecto a la periodización y la cronología, los contextos habitacionales de donde provienen las muestras analizadas podrían ordenarse en dos gran-

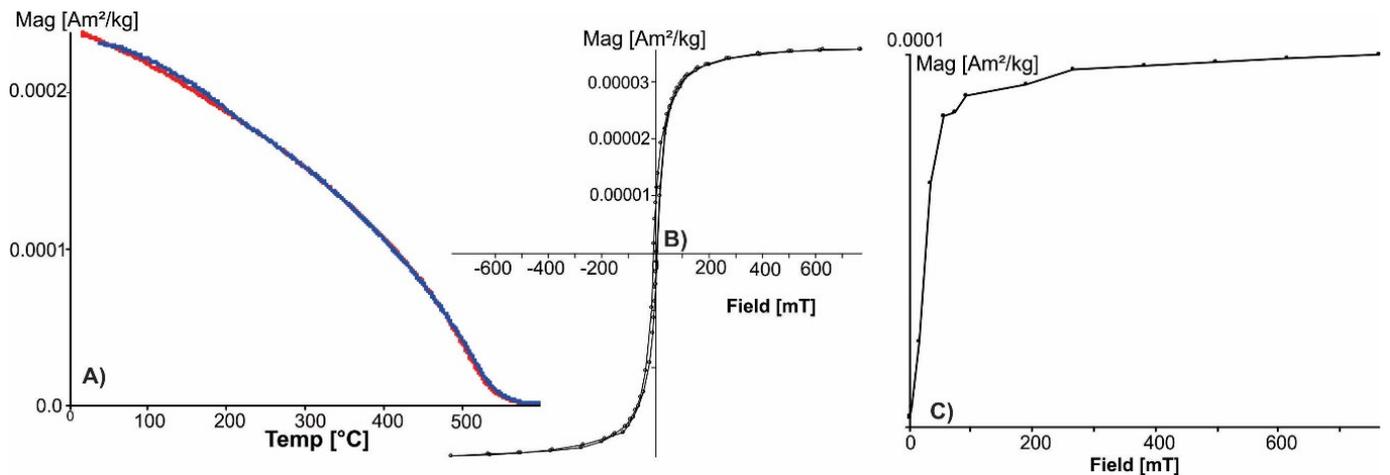


Figura 2. Resumen de los resultados de los experimentos de magnetismo en rocas. Curvas de susceptibilidad en función de la temperatura, histéresis magnética y curvas de adquisición de magnetización remanente (MRI).

des conjuntos denominados tradicionalmente como «tempranos» y «tardíos». Entre un periodo y otro es posible registrar cambios estilísticos en la cerámica y la orfebrería, así como en algunos indicadores regionales de crecimiento demográfico y de centralización de los asentamientos. Con importantes variaciones regionales, los primeros, es decir los tempranos, podrían corresponder al primer milenio de nuestra era, mientras los segundos se ubican con posterioridad al siglo XI, llegando hasta el XVI.

Las muestras analizadas corresponden a varios fragmentos de artefactos cerámicos prehispánicos recuperados en diversas intervenciones arqueológicas realizadas sobre algunos contextos localizados en los Andes noroccidentales, en Colombia. Tres de los fragmentos analizados pertenecen a partes de recipientes cerámicos prehispánicos asociados a diversas actividades domésticas. Uno de los fragmentos corresponde a una parte de un volante de huso (malacate) recuperado en un lugar de habitación. Todas las muestras provienen de antiguos lugares de habitación prehispánicos, localizados en la cuenca alta de la quebrada Piedras Blancas (latitud $6^{\circ} 14' 40''$ N, longitud $75^{\circ} 29' 13''$ O, 2400 m s. n. m.), en la Cordillera Central, en el municipio de Medellín, departamento de Antioquía, Colombia (fig. 1).

EXPERIMENTOS MAGNÉTICOS

Se llevó a cabo un análisis completo de magnetismo de rocas para revelar los portadores magnéticos y estimar su estabilidad térmica. Estos experimentos consis-

tieron en el registro continuo de curvas de magnetización a saturación frente a temperatura, ciclos de histéresis (fig. 2) y experimentos de adquisición de magnetización remanente (MRI) asociados con una balanza de Curie a campo variable (VFTB). Las curvas de adquisición de MRI se registraron en un campo de aplicación máxima de 0,7 T. Los parámetros de histéresis se determinaron después de las correcciones paramagnéticas y diamagnéticas. Se utilizó el software *RockMag Analyzer 1.0* para el análisis de datos.

Las curvas termomagnéticas continuas se obtuvieron calentando muestras hasta 580°C y enfriándolas a temperatura ambiente. La velocidad de calentamiento y enfriamiento se estableció en 20°C por minuto durante todo el ciclo. La magnetización remanente se midió utilizando un magnetómetro de giro *AGICO JR6*, mientras que un desmagnetizador térmico de doble cámara *ASC TD48* sirvió para desmagnetizar y remagnetizar las muestras durante los experimentos de intensidad absoluta utilizando el método de Thellier y Thellier (1959) modificado por Coe *et al.* (1978). El campo controlado por el laboratorio se estableció en $50\ \mu\text{T}$, con una precisión de $0,3\ \mu\text{T}$ o menos. Todos los fragmentos de cerámica se dividieron en seis fragmentos y se orientaron dentro de pastillas de sal comprimida en seis posiciones diferentes para reducir los efectos de la anisotropía magnética (Morales *et al.* 2001). Los experimentos de ritmo de enfriamiento se realizaron siguiendo un procedimiento modificado del descrito por Chauvin *et al.* (2000). La duración del enfriamiento lento fue de aproximadamente 7 h.

Las muestras analizadas mostraron curvas de magnetización de saturación vs. temperatura reversibles con

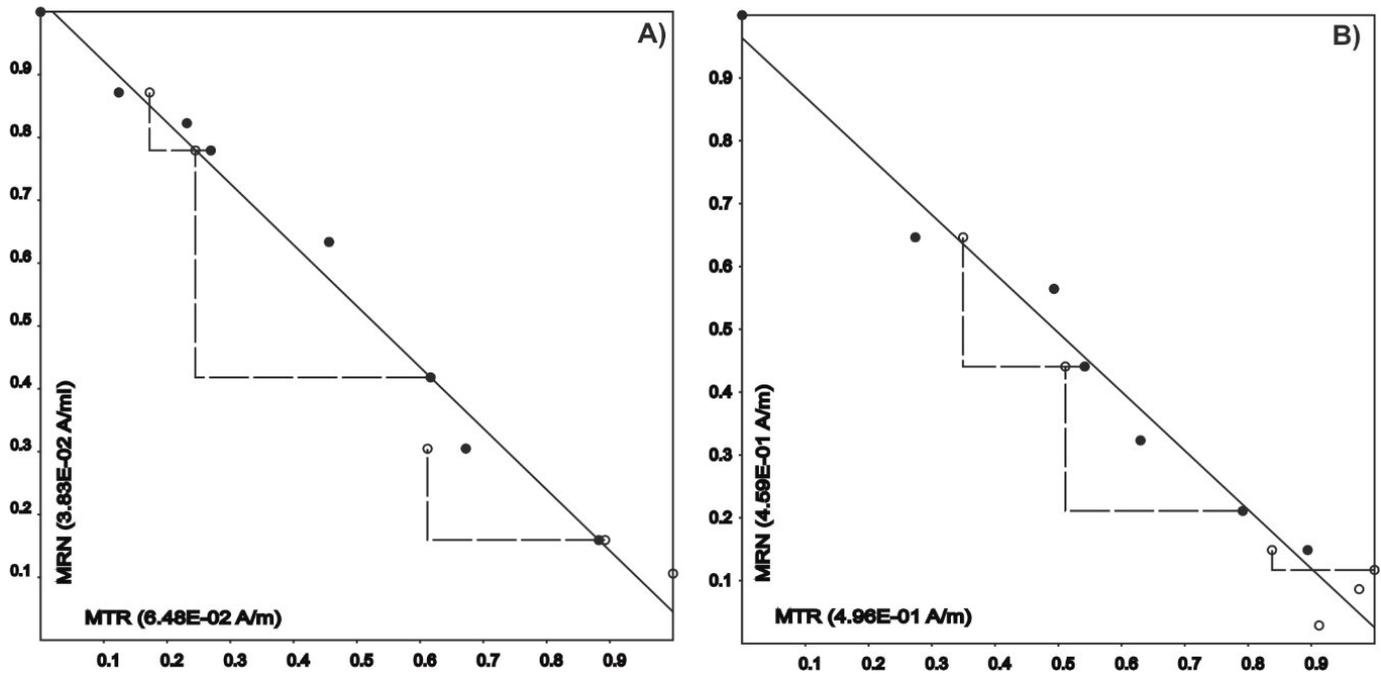


Figura 3. Diagramas de Arai de los experimentos de paleointensidad según el método de Thellier y Thellier (1959) modificado por Coe *et al.* (1978).

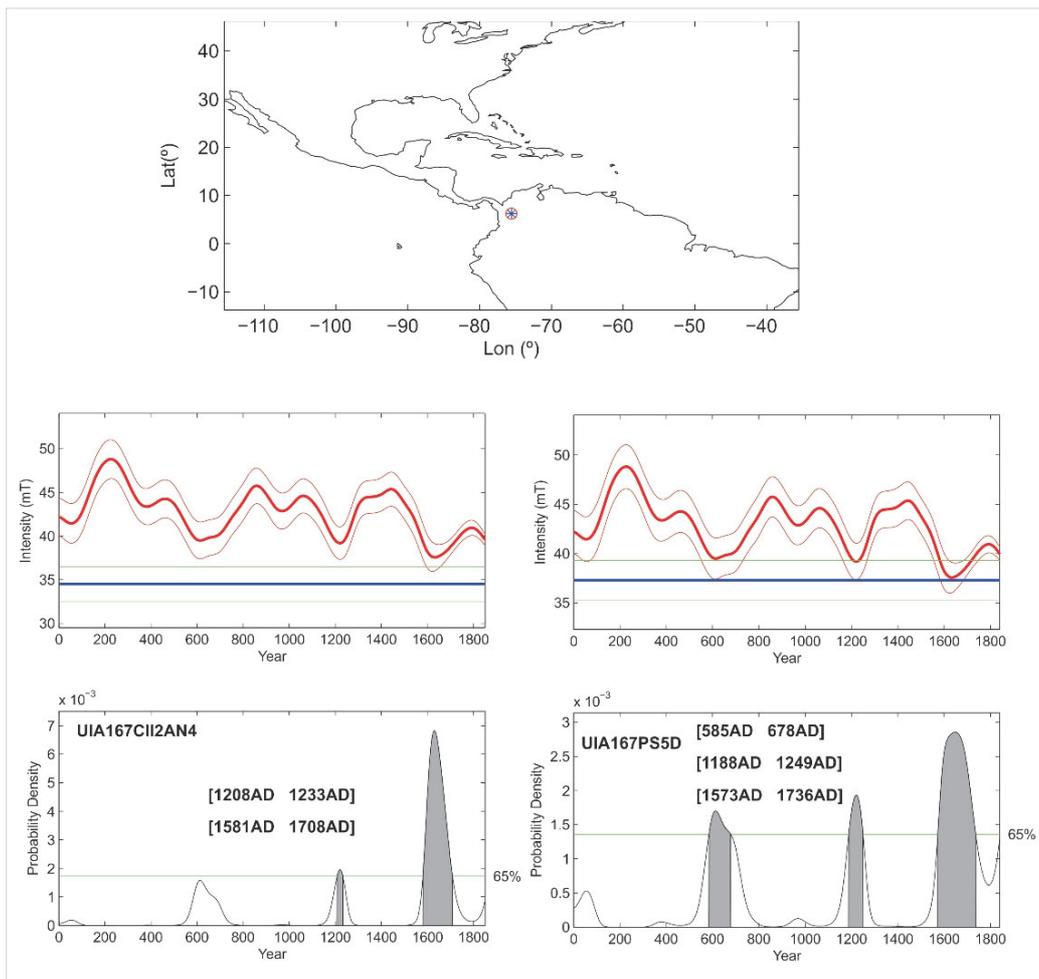


Figura 4. Dataciones. Se muestran las gráficas de probabilidad combinada al 95 % de confianza; dentro de los corchetes se indican los intervalos de edad más probable. Estas gráficas fueron hechas con la herramienta de *Matlab* ARCHAEO-DATING de Pavón Carrasco *et al.* (2011).

Tabla 1. Resumen de los resultados de la datación mediante el método arqueomagnético y su comparación con las edades obtenidas por termoluminiscencia. AI es el valor de la arqueointensidad que se obtuvo en los experimentos y que se utilizó para la datación.

Código	Descripción	Cronología relativa	Resultados Termoluminiscencia	Datación arqueomagnética
UIA167CII2AN4	Fragmento cerámico de olla asociado a un contexto doméstico	Periodo Tardío: entre los siglos XII y XVI d. C. Piedras Blancas, Medellín, Colombia.	En el mismo nivel de excavación, en diferentes cuadrículas del mismo corte de excavación, se fecharon otros dos fragmentos cerámicos con los siguientes resultados: <ul style="list-style-type: none"> MED2 (UIA167CII4FN4): 1574 ± 32 d. C. MED6 (UIA167CII2BN4): 1632 ± 63 d. C. 	AI = 34.5 ± 2.6 μT 1208–1233 d.C. 1581–1708 d.C.
UIA167PS5D	Fragmento de volante de uso troncocónico, con decoración incisa fina rellena de pasta blanca	Periodo Tardío: entre los siglos XII y XVI d. C. Piedras Blancas, Medellín, Colombia.	Este fragmento fue fechado directamente con el siguiente resultado: <ul style="list-style-type: none"> MED10: 1505 ± 24 d.C. 	AI = 37.3 ± 24 μT 585–678 d.C. 1188–1249 d.C. 1573–1736 d.C.

una sola fase ferromagnética, caracterizada por temperaturas de Curie de alrededor de 559 °C, indicativas de titanomagnetita pobre en Ti (fase casi magnetita). Las mediciones de histéresis magnética proporcionaron algunos parámetros clave como la magnetización de la saturación, la remanencia de la saturación, la coercitividad y la coercitividad de la remanencia. Las relaciones de histéresis indican un comportamiento característico de los minerales magnéticos con dominio magnético pseudosencillo. Según Dunlop (2002), este comportamiento también puede interpretarse como una mezcla de granos no interactivos de dominio sencillo y con granos de dominios múltiples.

Las curvas de MRI correspondientes muestran evidencia de una fase ferromagnética de coercitividad baja a moderada, ya que la saturación se alcanza entre 250 y 300 mT. Después de analizar la estabilidad térmica y magnética de los minerales magnéticos presentes en las muestras, solo doce muestras pertenecientes a dos fragmentos distintos dieron lugar a determinaciones fiables bajo los criterios de selección propuestos por Goguitchaichvili *et al.* (2018) (fig. 3).

PRINCIPALES RESULTADOS Y CONCLUSIÓN

En la actualidad existen curvas de variación secular de referencia locales para distintas regiones del mundo, siendo las más importantes las de Europa y Asia. Un esfuerzo considerable se ha realizado también en

Mesoamérica (Goguitchaichvili *et al.* 2018; Hernández-Quintero *et al.* 2018) y América del Sur (Goguitchaichvili *et al.* 2019; Gogorza *et al.* 2017) abarcando el vasto territorio comprendido entre Argentina, Brasil, Chile, Bolivia y algunas partes de Perú. Sin embargo, para Colombia y zonas aledañas aún no existe un registro fiable; por tal motivo se recurre a modelos matemáticos que infieren las curvas de variación secular sintéticas para subsanar aquellas porciones que no cuentan con la suficiente acumulación de datos, obteniendo resultados en ocasiones muy satisfactorios. La datación arqueomagnética utilizando el modelo más reciente y fiable, *SHADIF14K* de Pavón-Carrasco *et al.* (2011, 2014), arroja un intervalo de edades entre 1581-1708 d. C. (fig. 4) según la muestra UIA167CII2AN4 (fragmento cerámico de olla asociado a un contexto doméstico).

En base a la cronología relativa del periodo del contexto arqueológico, esta edad se ubicaría entre los siglos XII y XVI d. C. (tabla 1). En el mismo nivel de excavación, en diferentes cuadrículas del mismo corte de perfil, se fecharon por medio de termoluminiscencia otros dos fragmentos cerámicos con los siguientes resultados: 1574 ± 32 y 1632 ± 63 d. C.

En el caso de la muestra UIA167PS5D (fragmento de volante de uso troncocónico, con decoración incisa fina rellena de pasta blanca), la datación arqueomagnética produce tres intervalos posibles: 585-678, 1188-1249 y 1573-1736 d. C. Este fragmento fue fechado de manera directa por medio de la termoluminiscencia en 1505 ± 24 d. C. En este contexto, parece razonable

afirmar que el tercer intervalo más reciente, proporcionado por el arqueomagnetismo, es el más probable.

Derivado de la comparación de las dataciones por medio del arqueomagnetismo y la termoluminiscencia, se puede concluir lo siguiente:

- Las muestras analizadas tienen un comportamiento termomagnético apto para las determinaciones absolutas arqueomagnéticas mediante la metodología tipo Thellier de doble calentamiento.

- El mineral magnético responsable de la magnetización remanente es la titanomagnetita pobre en titanio (casi magnetita).

- Los arqueólogos ubican estos fragmentos cerámicos entre los siglos XII y XVI d. C., mientras que nuestras dataciones apuntan al siglo XVI d. C.

- Los intervalos de edades obtenidos mediante el método arqueomagnético son relativamente altos de-

bido a la insuficiente precisión de la curva de referencia de la variación secular para el intervalo de edad considerado.

- La termoluminiscencia aporta edades absolutas mejor definidas y de mayor precisión.

- Debe de realizarse un esfuerzo considerable para obtener un registro fiable de la variación de campo magnético terrestre en Colombia para los últimos dos mil años.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero de los proyectos UNAM-DGAPA-PAPIIT IN101717 y, parcialmente, CONACYT n.º 252149.

REFERENCIAS

- BENNETT, W. C. 1944. *Archaeological Regions of Colombia: A Ceramic Survey*. New Haven: Yale University Publications in Anthropology 30.
- COE, R. S., S. GROMMÉ, E. A. MANKINEN. 1978. Geomagnetic paleointensities from radiocarbon-dated lava flows on Hawaii and the question of the Pacific nondipole low. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* 83/B4: 1740-1756.
- DUNLOP, D. J. 2002. Theory and application of the Day plot (M_{is}/M_s versus H_{cr}/H_c) 1. Theoretical curves and tests using titanomagnetite data. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* 107/B3: EPM-4.
- GOGORZA, C., C. A. PAGE, A. GOGUITCHAICHVILI, C. GRECO, J. MORALES, A. RAPALINI. 2017. Aportes a la cronología absoluta de la estancia jesuítica de Alta Gracia (Córdoba, Argentina): estudio arqueomagnético de la baldosa de la parroquia Nuestra Señora de la Merced. *Arqueología Iberoamericana* 35: 29-36. <http://purl.org/aia/355>.
- GOGUITCHAICHVILI, A., C. GRECO, R. GARCÍA RUIZ, L. PEREYRA DOMINGORENA, R. CEJUDO, J. MORALES, C. GOGORZA, C. SCATTOLIN, M. TARRAGÓ. 2019. First archaeointensity reference paleosecular variation curve for South America and its implications for geomagnetism and archaeology. *Quaternary Research* 92/1: 81-97. <https://doi.org/10.1017/qua.2018.119>.
- GOGUITCHAICHVILI, A., R. G. RUIZ, F. J. PAVÓN-CARRASCO, J. J. M. CONTRERAS, A. M. S. ARECHALDE, J. URRUTIA-FUCUGAUCHI. 2018. Last three millennia Earth's Magnetic field strength in Mesoamerica and southern United States: Implications in geomagnetism and archaeology. *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 279: 79-91.
- HERNÁNDEZ-QUINTERO, E., A. GOGUITCHAICHVILI, R. GARCÍA-RUIZ, M. CERVANTES-SOLANO, G. CIFUENTES-NAVA. 2018. Más de 100 años ininterrumpidos de registro geomagnético en México: implicaciones en la datación absoluta de algunos edificios históricos. *Arqueología Iberoamericana* 39: 36-43. <http://purl.org/aia/3904>.
- LUMBRERAS, L. G. 1981. *Arqueología de la América Andina*. Lima: Editorial Milla Batres.
- MORALES, J., A. GOGUITCHAICHVILI, J. URRUTIA-FUCUGAUCHI. 2001. A rock-magnetic and paleointensity study of some Mexican volcanic lava flows during the Latest Pleistocene to the Holocene. *Earth, Planets and Space* 53/9: 893-902.
- OBREGÓN, M. 2008. *Unidades habitacionales y cambio social. Una mirada comparativa a contextos del área intermedia en Mesoamérica*. Tesis para obtener el grado de maestro en Antropología. Facultad de Filosofía y Letras e Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- OBREGÓN, M., L. C. CARDONA, L. GÓMEZ. 2004. *Ocupación y cambio social en los territorios del Parque Regional Arví*. Contrato 5014. Informe final de Investigación. Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (CORANTIOQUIA). Copia disponible en CORANTIOQUIA, Medellín, Colombia.

- PALAMARCZUK, V., A. ÁLVAREZ LARRAIN, M. S. GRIMOLDI. 2014. La alfarería de inicios del segundo milenio en Yocavil. El «problema San José» y las tipologías cerámicas. *Arqueología* 20: 107-134.
- PAVÓN-CARRASCO, F. J., M. L. OSETE, J. M. TORTA, A. DE SANTIS. 2014. A geomagnetic field model for the Holocene based on archaeomagnetic and lava flow data. *Earth and Planetary Science Letters* 388: 98-109.
- PAVÓN-CARRASCO, F. J., J. RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, M. L. OSETE, J. M. TORTA. 2011. A Matlab tool for archaeomagnetic dating. *Journal of Archaeological Science* 38/2: 408-419.
- REICHEL-DOLMATOFF, G. 1965. *Colombia. Ancient Peoples and Places* 44. Londres: Thames & Hudson.
- REICHEL-DOLMATOFF, G. 1978. Colombia Indígena: Período Prehispánico. En *Manual de Historia de Colombia*, eds. J. G. Cobo y S. Mutis, vol. 1, pp. 31-114. Bogotá: Instituto Colombiano de Cultura.
- REICHEL-DOLMATOFF, G. 1996. *Arqueología de Colombia: un texto introductorio*. Bogotá. 1914 pp.
- THELLIER, E., O. THELLIER. 1959. Sur l'intensité du champ magnétique terrestre dans le passé historique et géologique. *Annales de Géophysique* 15: 285-376.
- WATERBOLK, H. T. 1983. Ten guidelines for the archaeological interpretation of radiocarbon dates. En *Proceedings of the First International Symposium 14 C and Archaeology (Groningen, 1981)*, vol. 8, pp. 57-70.