

COMENTARIOS SOBRE LA EDAD DEL CAMPO VOLCÁNICO PEDREGAL DE SAN ÁNGEL, CUENCA DE MÉXICO-FECHAMIENTOS POR RADIOCARBONO

J. Urrutia-Fucugauchi

Laboratorio de Paleomagnetismo y Geofísica Nuclear, Instituto de Geofísica, UNAM, Del. Coyoacan 04510 D.F., MEXICO

RESUMEN

La edad de la actividad volcánica que dió origen al campo del Pedregal de San Angel en el sur de la Cuenca de México fue una de las primeras estudiadas por el método de radiocarbono. La fecha reportada por Arnold y Libby en 1951 de 2422 ± 250 años AP constituyó un logro notable, que documentó la ocurrencia de actividad volcánica en el pasado reciente de la cuenca. La fecha continúa siendo referida en algunos estudios, no obstante que los depósitos asociados al Pedregal, particularmente los del sitio arqueológico de Cuicuilco han sido repetidamente investigados y se dispone actualmente de unos 28 fechamientos de radiocarbono. Las fechas presentan un rango relativamente amplio, entre 1430 ± 200 años AP y 4790 ± 80 años AP, con tres agrupamientos alrededor de los 4000, 2300-2500 y 2000 años AP. Dadas las implicaciones potenciales para estudios arqueológicos, como relaciones con otros centros en la cuenca incluyendo Teotihuacán, impacto volcánico en los asentamientos en la cuenca, cambios ambientales y climáticos, estudios de estratigrafía volcánica, riesgos volcánicos, etc., en este trabajo se presenta un análisis breve de los datos de radiocarbono y los datos calibrados por dendrocronología. La fecha sugerida para la erupción del Xitle es de 1960 ± 65 años AP, que corresponde a una fecha calibrada de 1890 AP y 60 años a. C.

INTRODUCCIÓN

Los flujos de lava del campo volcánico Pedregal de San Angel cubren un extenso sector del suroeste de la Cuenca de México. La fuente de estas lavas han sido trazadas a un pequeño cono de escoria, el Xitle, que se localiza en la pendiente norte del complejo volcánico del Ajusco. El Xitle presenta una altura de unos 140 m sobre el nivel local de una planicie y un diámetro de unos 500 m. Su cráter tiene unos 140 m de profundidad y el sector norte es más bajo que el sector sur. Un cono de menores dimensiones, el Xicontle, situado a unos 100 m hacia el oeste es considerado como un cono asociado. Las lavas del Xitle fluyeron pendiente abajo hacia el norte y cubren una zona de unos 80 km². Estas lavas han sido estudiadas por numerosos investigadores (por ejemplo, Ordoñez, 1890, 1895; Schmitter, 1953; Urrutia y Valencio, 1976; Badilla, 1977). El crecimiento de la ciudad de México ha producido la ocupación de una parte del Pedregal y las lavas han sido utilizadas como material de construcción. La Ciudad Universitaria ocupa una parte significativa en la zona y a pesar de las supuestas restricciones impuestas para preservar las lavas y la ecología del lugar, el número cada vez mayor de construcciones ha reducido los afloramientos. En los últimos años, los estudios sobre el Pedregal de San Angel han sido retomados y nuevos datos en cuanto a las características de la actividad volcánica del Xitle, distribución de flujos, implicaciones arqueológicas y paleomagnetismo han sido reportados (por ejemplo, Córdova *et al.*, 1994; Urrutia, 1994; Delgado *et al.*, 1994).

La edad de la actividad volcánica fue estimada inicialmente a partir de las características morfológicas, presencia de vegetación, patrones de erosión, y posteriormente, a partir de estudios de radiocarbono. El Pedregal de San Angel, de hecho,

fue de los primeros derrames fechados por el método de radiocarbono, cuando éste estaba siendo desarrollado por W. F. Libby. La fecha de 2422 ± 250 años antes del presente (AP) reportada por Arnold y Libby (1951) y en el libro sobre fechamiento por radiocarbono de Libby (1955), es quizá la fecha más frecuentemente referida en los estudios subsecuentes de la zona. Sin embargo, la edad de la actividad volcánica ha sido investigada posteriormente y se dispone de numerosos fechamientos, además de los estudios arqueológicos (principalmente en el sitio de Cuicuilco), paleomagnéticos y de estratigrafía volcánica. Este fechamiento presenta además el problema de una incertidumbre asociada muy alta, de 250 años.

Considerando que la edad de la actividad volcánica del Pedregal de San Angel presenta implicaciones importantes en estudios arqueológicos, ambientales y de riesgo volcánico, el propósito de la presente nota es discutir brevemente los estudios por radiocarbono disponibles para el Pedregal de San Angel y presentar y analizar los datos de radiocarbono calibrados por dendrocronología.

FECHAMIENTOS POR RADIOCARBONO

Se tienen unos 28 fechamientos por radiocarbono asociados directa o indirectamente a las lavas del Pedregal de San Angel. La mayoría de los fechamientos provienen de las investigaciones en el sitio arqueológico de Cuicuilco. Los fechamientos presentan un rango relativamente amplio, entre 1430 ± 200 años AP y 4790 ± 80 años AP (Arnold y Libby, 1951; Libby, 1955; Heizer y Bennyhoff, 1958; Deevey *et al.*, 1959; Fergusson y Libby, 1962, 1963, 1964; White *et al.*, 1990; Ortega *et al.*, 1993; Córdova *et al.*, 1994). Los datos tienden a agruparse en tres

grupos, con notable dispersión (Figura 1). Un grupo se presenta alrededor de los 4000 años AP, otro alrededor de los 1950-2000 años AP y otro alrededor de los 2300-2500 años AP. Este último incluye a la fecha de 2422 años AP de Arnold y Libby (1951).

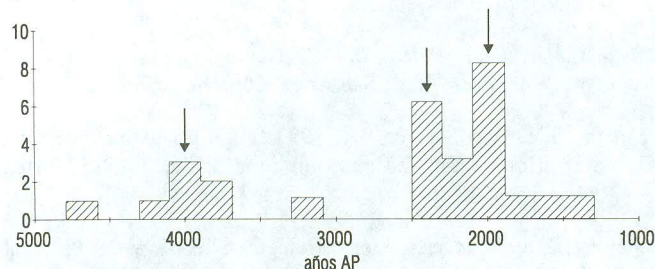


Figura 1. Histograma de los datos de radiocarbono para el Pedregal de San Angel y sitio arqueológico de Cuicuilco. Los datos corresponden a fechamientos convencionales de radiocarbono referidos a años antes del presente (AP). Note la aparente ocurrencia de tres grupos de fechas, alrededor de los 4000, 2300-2500 y 2000 años AP.

Desde el desarrollo inicial del método de radiocarbono, se detectaron varias posibles fuentes de variación que afectan los resultados del método (Libby, 1955). La comparación de los resultados de radiocarbono con otros métodos de fechamiento tales como dendrocronología, datos históricos, cerámica estilística y otros métodos radiométricos ha indicado diferencias sistemáticas para diversos intervalos. A partir de comparaciones detalladas se han propuesto varios esquemas de corrección de los datos de radiocarbono; los más empleados son los basados en datos de dendrocronología. Estas correcciones no han sido universalmente adoptadas y a pesar de que para algunos periodos las correcciones son mayores que la desviación estándar, se han continuado empleando las edades convencionales. Con fines de comparación con los periodos definidos en los estudios arqueológicos y con datos arqueomagnéticos y magnetoestratigráficos, los datos han sido corregidos utilizando las curvas de referencia recientemente revisadas por Stuiver y Becker (1993), Stuiver y Pearson (1993) y Pearson y Stuiver (1993). Los datos calibrados se presentan en la Figura 2. Las fechas mayores que los 3500 años AP corresponden a edades calibradas más antiguas (con diferencias de más de 400 años). Por otro lado, las fechas más jóvenes que los 2000 años AP corresponden a edades más jóvenes en edades calibradas.

DISCUSIÓN

Arnold y Libby (1951), como parte de los estudios iniciales de fechamiento por el método de radiocarbono, reportaron una edad de 2422 ± 250 años AP para la actividad volcánica que originó al Pedregal de San Angel. Esta fecha de 2422 años documentó la ocurrencia de actividad reciente en la zona y estableció límites temporales para la ocupación humana en el sur de la Cuenca de México y el desarrollo de centros urbanos. Las lavas del Pedregal de San Angel cubren el sitio arqueológico de Cuicuilco, al sur de la Ciudad Universitaria, por lo que la fecha para el emplazamiento de las lavas provee un límite para

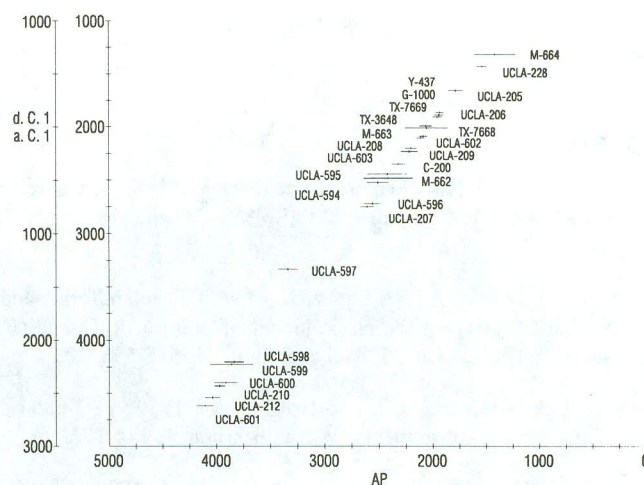


Figura 2. Comparación de las fechas de radiocarbono con la aplicación de la corrección por dendrocronología. Las edades calibradas se representan en el eje vertical. Note que se ha añadido para referencia un eje con la referencia al calendario gregoriano. Observe que la calibración no es uniforme en el período cubierto por los datos y que las edades jóvenes corresponden a edades calibradas más jóvenes, mientras que las más antiguas corresponden a edades calibradas más antiguas.

el desarrollo y abandono de Cuicuilco. A partir del estudio de Arnold y Libby (1951), el método de radiocarbono fue utilizado en estudios subsecuentes, incluyendo numerosos fechamientos por Libby y colaboradores. Los datos sugieren tres aparentes grupos de edades, de alrededor de 4000 años, 2300-2500 años y 2000 años AP (Figura 1). Heizer y Bennyhoff (1958), como parte de sus trabajos en Cuicuilco reportaron una fecha de 1430 ± 200 años AP, que ellos consideraron como representativa para la actividad del Pedregal de San Angel. Ello cambia sustancialmente las interpretaciones anteriores basadas en la edad de 2422 años. La erupción del Xitle ocurre en fecha muy posterior a otros eventos que se habían relacionado en algunos estudios tales como el desarrollo del centro ceremonial de Teotihuacán, ya que la actividad ocurre hacia los 400 años a. C. La aplicación de la corrección por dendrocronología indica que la erupción del Xitle tiene lugar en fechas aun más recientes, con una fecha calibrada de 1309 años, que corresponde al 642 años a. C. del calendario gregoriano. Esta interpretación ha sido apoyada en algunos estudios posteriores (Heizer y Bennyhoff, 1972; Cordova *et al.*, 1994). Cabe sin embargo mencionar que dentro del conjunto de fechamientos obtenidos para material asociado al sitio arqueológico de Cuicuilco y las lavas del Pedregal (Figura 1), la fecha de Heizer y Bennyhoff (1958) es la más joven y es muy diferente de los otros grupos de edades, algunas de ellas obtenidas de carbón asociado a horizontes inmediatamente debajo de las lavas. Este es aparentemente el caso para algunos de los fechamientos obtenidos dentro del grupo de alrededor de 2000 años (Figura 1). Una discusión más completa se reporta en Urrutia (1995). La fecha sugerida en este trabajo para la erupción del Xitle es de 1890 ± 65 años AP, que corresponde a una fecha calibrada por dendrocronología de 1890 años AP y 60 años a. C. en el calendario gregoriano (Figura 2).

REFERENCIAS

- Arnold, J.T. and Libby, W.F., 1951. Radiocarbon dates. *Science*, 113, 111-120.
- Badilla, R.R., 1977. Estudio petrológico de la lava de la parte noreste del Pedregal de San Angel, D.F. *Bol. Soc. Geol. Mex.*, 38, 40-57.
- Cordova, C., Martin, A.L. y López, J., 1994. Palaeolandforms and volcanic impact on the environment of prehistoric Cuicuilco, southern Mexico City, *J. Archaeol. Sci.*, 21, 585-596.
- Deevey, E.S., Gralenski, L.J. and Hoffren, V., 1959. Yale natural radiocarbon measurements IV. *Radiocarbon*, 1, 144-172.
- Delgado, H., Cervantes, P., Molinero, R., y Nieto, J., 1994. Eruptive history of Xitle volcano (southern Mexico City): Volcanic risk implications. *Bol. GEOS*, 14(5), 84-85 (resumen).
- Fergusson, G.J. and Libby, W.F., 1962. UCLA radiocarbon dates I. *Radiocarbon*, 4, 109-114.
- Fergusson, G.J. and Libby, W. F., 1963. 1963. UCLA radiocarbon dates II. *Radiocarbon*, 5, 1-22.
- Fergusson, G.J. and Libby, W.F., 1964. UCLA radiocarbon dates III. *Radiocarbon*, 6, 318-339.
- Heizer, R. and Bennyhoff, J., 1958. Archaeological investigations of Cuicuilco, Valley of Mexico, 1956. *Science*, 127, 232-233.
- Heizer, R. and Bennyhoff, J., 1972. Archaeological excavations at Cuicuilco, Mexico, 1957. *National Geographic Rep.*, 1955-1960, 93-104.
- Libby, W.F., 1955, *Radiocarbon Dating*, 2nd Ed., Chicago Univ. Press, Chicago, USA.
- Ordoñez, E., 1890. El Pedregal de San Angel. Apuntes para la petrografía del Valle de México. *Mem. Soc. Cient. Antonio Alzate*, 4, 15.
- Ordoñez, E., 1895. Las rocas eruptivas del suroeste de la Cuenca de México. *Bol. Inst. Geol. Mex.*, 2, 5-46.
- Ortega, B., Urrutia, J. y Nieto, J., 1993. Geología y edades de ¹⁴C del derrame del Pedregal de San Angel, *Rep. Inst. Geof., UNAM*
- Pearson, G.W. and Stuiver, M., 1993. High-precision bidecadal calibration of the radiocarbon time scale, 500-2500 BC. *Radiocarbon*, 35, 24-34.
- Schmitter, E., 1953. Investigación petrológica en las lavas del Pedregal de San Angel. *Mem. Congr. Cient. Mex.*, 3, 218-237.
- Stuiver, M. and Becker, B., 1993. High-precision decadal calibration of the radiocarbon time scale, AD 1950-6000 BP. *Radiocarbon*, 35, 35-65.
- Stuiver, M., and Pearson, G.W., 1993. High-precision calibration of the radiocarbon time scale, AD 1950-500 BC and 2500-6000 BC. *Radiocarbon*, 35, 1-23.
- Urrutia, J., 1994. On the reliability of paleomagnetic observations on volcanic rocks as a record of the past geomagnetic field. *Mem. Geol. Soc. India*, 29, 69-115.
- Urrutia, J., 1995. Rock magnetism and paleointensity study of the historic Pedregal de San Angel lava flow, southern Basin of Mexico. *Pure Appl. Geophys.*, en revisión.
- Urrutia, J. y Valencio, D.A., 1976. Estudio paleomagnético del basalto del Pedregal de San Angel, Valle de México, *Rep. Inst. Geof., UNAM*.