

CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES EN EL HOLOCENO MEDIO DEL CAMPO DE CALATRAVA ORIENTAL (CIUDAD REAL, ESPAÑA): RESULTADOS PRELIMINARES

Elena González Cárdenas (1), Rafael, Ubaldo Gosálvez Rey, Estela Escobar Lahoz, Rafael Becerra Ramírez

Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio, UCLM,

M^a Manuela Redondo García

Dpto. de Análisis Regional y Geografía Física, UCM

(1) elena.gonzalez@uclm.es

RESUMEN.

El Campo de Calatrava es una comarca situada en el centro de la provincia de Ciudad Real en la que se han producido erupciones volcánicas a lo largo del Plioceno y del Cuaternario. Recientes investigaciones nos han permitido fechar eventos explosivos en el Holoceno medio para el volcán Columba. Las características de sus depósitos (formaciones laháricas), y de las de un paleosuelo conteniendo moldes vegetales de ciperáceas contribuyen a definir el paleopaisaje del entorno del volcán, así como las condiciones ambientales del Campo de Calatrava oriental para este periodo de tiempo.

Palabras Clave: Erupciones, Holoceno, lagunas, Campo de Calatrava

1.INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El Campo de Calatrava es una comarca natural situada en el Centro de la provincia de Ciudad Real (Meseta Meridional española) en la que se han producido erupciones volcánicas a lo largo del Plioceno y del Cuaternario, en una temporalidad comprendida entre 8,6 ma. y 5200 BP. Las erupciones se organizan en varias etapas y son tanto efusivas como estrombolianas, si bien, la interferencia del magma con agua ajena al sistema volcánico ha propiciado el desarrollo de eventos freáticos y freatomagmáticos. El paisaje del Campo de Calatrava se resuelve en una sucesión de amplias cuencas enmarcadas por serratas cuarcíticas rotas por importantes procesos de fracturación. Tanto en el ámbito de dichas cuencas como sobre los niveles de cumbres y en los espacios de piedemonte de estas sierras paleozoicas se emplazan edificios volcánicos formados por derrames lávicos y conos de piroclastos con cráteres que en la mayoría de las ocasiones están colmatados por efusiones póstumas de lava. Junto a estos edificios se sitúan amplios y profundos maares rodeados por anillos de tobas o elevados murallones cuarcíticos, rotos por la potencia de las explosiones. Buena parte de estos maares, con condiciones climáticas favorables, albergan láminas de agua, y dan lugar al desarrollo de uno de los humedales más extenso del centro y sur de España. Estos maares han albergado láminas de agua en las que se han desarrollado unos ecosistemas específicos en los que no se han producido grandes cambios ambientales a lo largo del tiempo. En el Campo de Calatrava se han localizados paleosuelos de edad Holoceno medio, fosilizados por depósitos volcánicos. Los restos orgánicos contenidos en ellos han aportado una valiosa información, no solo sobre la edad de las últimas erupciones en la zona, sino también sobre sus características paleoambientales, al menos en el sector oriental.

Las características geoambientales del espacio calatravo han sido fijadas por varios autores que desde la década de los años setenta del siglo XX han llevado a cabo trabajos de investigación en la zona. Así Monturiol (1970) señala dos niveles de paleosuelos rojos asociados a depósitos volcánicos, y García Antón (1986) define el paisaje vegetal del Campo de Calatrava, en el Holoceno. La evolución climática de este período y su repercusión en el paisaje es estudiada por Dorado Valiño (1999) y Ruiz Zapata (2000). Las peculiaridades del humedal vinculado a los maares de la región volcánica, son analizadas por Gosálvez Rey (1997-2006)

2. ÁREA DE ESTUDIO.

El volcán Columba se sitúa en el curso medio del río Jabalón (38°-45'-30" N / 3°-47'-00" W) en la margen izquierda del embalse de Vega del Jabalón. En sus inmediaciones y formando claros alineamientos se localizan hasta una docena de edificios volcánicos generados en erupciones magmáticas y freatomagmáticas. Tiene una extensión en torno a las 400 has, 5.000 m de contorno, un diámetro de la base del cono de 1.700 m y una altura relativa de 100 m sobre el entorno circundante. Se trata de un edificio volcánico poligénico que está formado por un cono de piroclastos de caída, basálticos, vesiculados y de tamaño grueso, coronado por un doble cráter alargado en la dirección NE/SW, de 345 m de largo y 175 de ancho, con una extensión de 4 has. De este cráter se han derramado coladas fluidas hacia el N, NE y W, así como una colada escoriácea de escaso recorrido.

Columba forma parte de un complejo volcánico que ha tenido erupciones en varias etapas, separadas por largos períodos de reposo, dando lugar a una secuencia que se inicia en el Mioceno superior con los eventos freatomagmáticos prerruscinienses del maar de Vegas de Castellanos (Poblete y Ruiz, 2002), que continúan en Columba, según estos autores, con procesos efusivos en el Pleistoceno medio y superior, los cuales represan en dos ocasiones la corriente del río Jabalón. Este represamiento da lugar a la formación de superficies encharcadas que ocuparon una extensión y una posición muy similar a la actual del embalse de Vega del Jabalón. A lo largo del Pleistoceno superior el volcán se ve sometido a un proceso de erosión que se caracteriza por la meteorización de los materiales que lo constituyen, y por la formación de vaguadas radiales, de las que las más importantes se localizan en las vertientes noroeste y sureste. Es en estas vaguadas donde las formaciones edáficas alcanzan su máximo desarrollo, con espesores del orden de los cuarenta centímetros.

La actividad eruptiva ha sido intensa en este espacio a lo largo de todas las etapas definidas para el Campo de Calatrava. Es aquí donde se sitúa la única anomalía térmica superficial documentada históricamente en la región volcánica, y es también aquí donde la presencia de gases magmáticos en el subsuelo ha dado lugar a la emisión de cantidades excepcionales de CO₂ asociadas a la perforación de sondeos para obtener agua de riego en diversas localidades del entorno (Los Cabezos en 1987, Añavete en 2000 y El Rosario en 2001, entre otros).

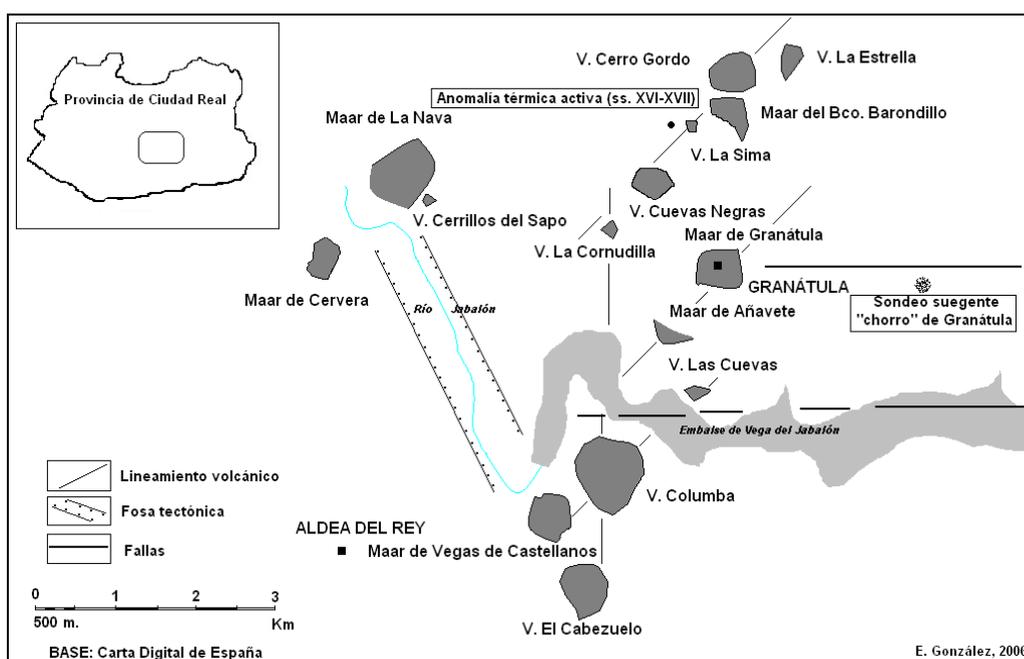


Figura 1. Localización de la zona de estudio

3. METODOLOGÍA

La investigación llevada a cabo se ha fundamentado en la revisión de la bibliografía existente sobre las características geoambientales del Campo de Calatrava, en el reconocimiento de campo con toma de datos y muestras, y en el análisis de laboratorio de las mismas. Los trabajos de campo que hemos llevado a cabo en el sector oriental de la región volcánica, nos han permitido localizar un paleosuelo, asociado a la existencia de una antigua vaguada, que había sido fosilizado por depósitos de oleadas piroclásticas. La existencia de esta formación edáfica y de moldes de vegetación perfectamente conservados en los que se presuponían restos orgánicos posiblemente carbonizados, nos llevaron a proceder a la recogida de muestras del suelo y de los moldes vegetales, y a su posterior tratamiento en laboratorio. También se ha extraído material para su análisis del depósito de lahar. Las muestras han sido tomadas en zonas internas del nivel edáfico y de niveles medios del depósito lahárico, siendo convenientemente protegidas para evitar procesos de contaminación. Las pruebas de laboratorio de las mismas han sido realizadas en el Ångstrom Laboratory del Department of Engineering Sciences, de la Universidad de Upsala (Suecia).

La datación con C^{14} es en la actualidad el método más utilizado para restos orgánicos de edad inferior a 50.000 años. La técnica del AMS (Accelerated Mass Spectrometer) es muy adecuada a este tipo de análisis ya que permite obtener edades radiométricas muy fiables con mínimas cantidades de material (menos de 1 mg de materia orgánica). La Proporción de $\delta^{13}C\text{‰ PDB}$ se mide mediante el espectrómetro de masas. La composición isotópica representa en tantos por mil la desviación entre el contenido de C^{13} de la muestra tratada y el PDB aceptado internacionalmente, referido a la Cretaceous Belemnite Formation que se localiza en Peedee, Carolina del Sur.

Para determinar la procedencia del material analizado se ha comparado el resultado obtenido con los reflejados en la tabla número 1. La edad convencional fijada para la muestra de materia orgánica se ha calibrado siguiendo el método del Quaternary Isotope Laboratory de la Universidad de Washington, utilizando el programa CALIB, versión 5.0.

Material	$\delta^{13}C\text{‰ PDB}$
PDB tipo	0
Colágeno (dietas de C3) y celulosa de la madera	-20±2
Gramíneas (fotosíntesis C3) Grafito y carbón	-23±3
Madera fósil y carbón vegetal	-24±3
Madera reciente y carbón vegetal	-25±3
Frondosas, trigo, paja y cañas	-27±2
Turba y humus	-27±3

Tomado de GUPTA y POLACH (1985) y AITKEN, (1993). Simplificado

Tabla 1. Fraccionamiento isotópico de diferentes sustancias

4. RESULTADOS

4.1 Análisis radiométrico de los restos orgánicos.

Los datos resultantes de los análisis llevados a cabo, aplicando la técnica de Espectrometría de Masas con Aceleradores (AMS) para la datación con C^{14} , señalan edades experimentales inferiores a 7000 BP para estos restos de materia orgánica, contenida en el paleosuelo desarrollado sobre los materiales que han formado el cono del volcán Columba. Esto supone un considerable avance en la investigación sobre la edad de las erupciones en esta región volcánica, puesto que sitúa las habidas en el volcán Columba como plenamente holocenas, mientras que las dataciones absolutas más recientes en otras áreas del Campo de Calatrava, remiten a 700.000 años atrás, es decir, al Pleistoceno medio.

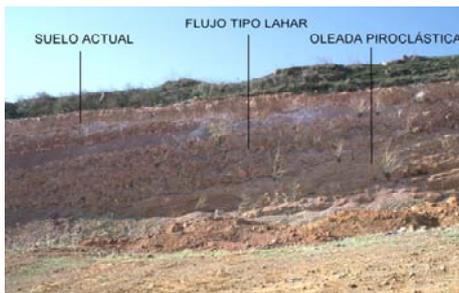
Referencia	Código lab.	Edad C ¹⁴ BP	Resultados calibrados cal BP 2σ	Edad Calibrada cal BP	δ ¹³ C‰ PDB	Material
Paleosuelo	Ua-24799	6560±130	5724-5297 (99,5%) 5243-5231 (0,5 %)	5510	-26,7	Carbón vegetal/Humus
Moldes vegetales	Ua-33366	6590±200	5900-5202 (96,7%) 5175-5070 (0,3%)	5551	-25,7	Carbón vegetal

Fuente: Angstrom Laboratory y programa CALIB 5.0. Elaboración propia

Tabla 2. Datación con C₁₄ y edad calibrada

4.2 Análisis de las formaciones

La secuencia de materiales, sobre los que hemos trabajado, está formada de muro a techo por las siguientes unidades: a) superficie brechificada de una colada lávica, b) paleosuelo pardo-rojo, poco evolucionado, con un alto contenido de arcillas que engloba clastos basálticos oscuros y heterométricos (bloques y cantos) con abundantes vacuolas de salida de gas. Su potencia media es de 40 cm. c) depósitos de oleadas piroclásticas húmedas que evolucionan, a techo, a facies con menor contenido de humedad, que dan lugar a un depósito de más de 2 metros de potencia media, d) depósito procedente de un flujo fangoso de aspecto “mudflow” que interpretamos como un depósito tipo lahar derivado de un evento freático. A techo de la secuencia se encuentra la zona de alteración de este depósito, y un suelo actual poco potente con la formación de caliches.



4.2.1 Formación edáfica

Tiene una potencia media de 40 cm. Se desarrolla sobre basalto olivínico en una colada a la que se le supone una edad de Pleistoceno superior relacionada con las edades definidas para las coladas de Columba por Poblete y Ruiz (2002). Esta colada presenta una superficie escoriácea, con concentraciones de carbonato que penetra en profundidad hasta cubrir toda la potencia visible de la misma en el sector en el que se ha realizado el estudio (en torno a un metro). El paleosuelo está formado in situ por alteración directa del sustrato lávico y por aportes de ladera. Se trata de un suelo poco desarrollado, cuya evolución quedó interrumpida bruscamente por el recubrimiento del depósito de oleada piroclástica. Su estructura es prismática, propia de los suelos ricos en arcilla, observándose una densa red de grietas que indicarían características áridas o semiáridas. Su color es pardo-rojizo, presentando especto de buena aireación y buen drenaje. En la formación se contienen numerosos clastos de basalto, en los que predomina el tamaño canto y bloque. No se observan horizontes de concentración de carbonato cálcico, ni la presencia del mismo en concreciones o impregnando las grietas del suelo. Se definiría como un suelo rojo (andosol) generado en procesos de rubefacción (horizonte B textural), generado en un clima cálido y lluvioso, de edad Saltoniense (Pleistoceno superior-Holoceno)

4.2.2 Oleadas Piroclásticas

Se generan en el cráter cimero y descienden por la ladera sureste del cono, adaptándose a la topografía previa a la erupción. Presentan formas de fondo planares, que al adaptarse al perfil transversal de la vaguada adopta puntualmente una laminación curvada. Están constituidas por fragmentos juveniles de basalto y por cuarcita de la roca de caja, de tamaño milimétrico y

menor (fracción ceniza) compactada. En la base del depósito se desarrolla una banda de unos 10 cm de potencia media, húmeda, masiva y compacta, de una gran dureza que erosiona el sustrato, se adapta a las irregularidades de la superficie brechificada de una colada lávica, y engloba líticos accidentales de basalto muy vesiculados y heterométricos, arrancados de la misma y de la superficie del cono sobre la que se desliza. Puntualmente aparecen en contacto con esta capa basal restos de moldes de vegetación formados por el paso del flujo sobre la formación vegetal de la que proceden. Donde el depósito no está protegido por el lahar que erosionó su superficie, se han generado rellenos actuales de carbonatos en las delgadas grietas de asiento y desecación, que se ordenan en una red ortogonal.

4.2.3 Depósitos de lahar

Sobre las oleadas piroclásticas descritas, se emplaza un depósito constituido por clastos heterométricos de basalto, englobados en una matriz arcilloso-arenosa, fangosa donde la presencia de carbonatos y oxidaciones es muy abundante. Este depósito tiene en sus tramos proximales una potencia media de aproximadamente dos metros. En su movimiento, el lahar arrasa el inicio del depósito de oleadas piroclásticas, erosionando su parte superior, formando claros canales y englobando fragmentos de la misma. El flujo sigue una dirección análoga a la de las oleadas, aunque ocupa un espacio menor (50 Ha) marcándose netamente su línea de detención, a unos 100 m. de la carretera de la presa del embalse de Vega del Jabalón, donde da origen la presencia de una pequeña colina redondeada, que forma un lóbulo elevado 10 metros sobre la superficie de la oleada. Interpretamos este depósito como el resultado de la emisión de un flujo de material muy húmedo y denso, que se comporta en su movimiento y emplazamiento como un lahar, dando lugar a un depósito masivo con líticos heterométricos, algunos de tamaño bloque, orientados en la dirección del flujo. Entre los depósitos de oleadas piroclásticas y el lahar se localiza una pequeña formación edáfica en parte removida por el paso del flujo de fango, cuyo tamaño es difícil de precisar dado el proceso de remoción que ha sufrido. En los puntos de máxima acumulación presenta un espesor máximo de 12 centímetros. En la vertiente norte del cono se han localizado bombas, de un material análogo al del depósito que estamos describiendo, que al chocar con la superficie del terreno se resquebrajan quedando separados los clastos basálticos y los restos de matriz. Dan lugar a la formación de cráteres de impacto con tamaños que oscilan entre 80 y 200 cm de diámetro.

Fracción	%
Bloques	18,63
Cantos	38,95
Gravas	17,44
Arenas	Gruesas 78,35
	Medias 14,92
	Finas 6,7
Limos	0,22
Arcillas	0,58

Tabla 3. Granulometría del depósito tipo lahar

Dadas las trazas de alteración de los clastos y la matriz de este depósito, análogas a las que se observan en las bombas que encontramos en la zona alta y media de la ladera norte de Columba, podríamos interpretar que una buena parte de él está formado por el relleno del cráter en el que, tras la primera explosión freatomagmática, se habría desarrollado una formación lagunar en la que se producirían periódicas variaciones del nivel de la lámina de agua, e incluso su desecación, lo que justificaría el grado de alteración de líticos y matriz, así como la presencia de carbonatos.

La existencia de lagunas en el Campo de Calatrava ocupando fondos de cráteres de explosión es un hecho en la actualidad, constatado por González et al., (2000) y que Poblete y Ruiz (2002) han comprobado que viene produciéndose desde el Pleistoceno medio hasta el superior para el entorno de Columba, merced a la obstrucción y al represamiento del río Jabalón por varias coladas lávicas, y siempre que los condicionantes climáticos lo han hecho posible.

La formación de esta laguna sería la responsable del segundo evento hidrovulcánico, generado por un calentamiento de su agua, lo que daría lugar a una erupción freática. En esta erupción se produciría la proyección balística de las bombas localizadas en la ladera norte. Así mismo

se formaría el lahar desarrollado a expensas de un rápido enfriamiento del vapor generado en la erupción. La corriente se comportaría como un mudflow desde su inicio, y no en fases distales.



Figura 4. Depósitos de lahar

4.2.4. Moldes de vegetación

En la parte superior del paleosuelo, mezclado con éste por el arrastre y los movimientos turbulentos del flujo piroclástico, aparecen “planchas” de tamaño variable y color pardo claro, con formas predominantemente cilíndricas y puntualmente ramificadas y filamentosas. Se trata de cilindros de longitud indeterminada y diámetros que llegan hasta 3,5 cm, predominando el rango 0,5-1,5 cm. Cuando se presentan ramificaciones, éstas suelen tener un diámetro inferior al tronco principal. Aparecen formados por el material transportado en la oleada, predominando fracción ceniza con líticos incorporados de tamaño canto y grava. El aspecto que presentan nos llevan a identificar estos moldes con vegetación herbácea (*Typha* o *Scirpus lacustris*) y puntualmente con una vegetación leñosa perteneciente a las especies zonales del entorno.

Se ha llevado a cabo un análisis de una muestra de estos moldes para conocer su composición y la concentración mineralógica de óxidos. El análisis ha sido realizado en el Laboratorio de Mineralogía Aplicada (IRICA) de la Universidad de Castilla-La Mancha. Los resultados del mismo (Tabla nº 4) señalan una masiva presencia de dióxido de carbono y de Calcio con concentraciones en torno al 35 por ciento, seguidas de la de anhídrido silícico con más del 17 por ciento. Óxidos de Aluminio, Magnesio y Hierro también están presentes aunque con concentraciones menores. De estos datos se extraen las siguientes conclusiones: a) en los moldes de vegetación hallamos los minerales más comunes presentes en las lavas del Campo de Calatrava, b) las altas concentraciones de Calcio se deben relacionar también con la presencia de carbonato cálcico asociado a las fluctuaciones de una formación lagunar contenida en el cráter del volcán Columba y no por aportaciones posteriores a la formación de los moldes, teniendo en cuenta que en el suelo en el que se localizan no aparecen concentraciones de carbonato de ningún tipo.

Anality	Calibration status	Compound formula	Concentration (%)	Calculation method
		CO2	35,410	Fixed
Na	Calibrated	Na2O	0,037	Calculated
Mg	“	MgO	2.835	“
Al	“	Al2O3	4.926	“
Si	“	SiO2	17.596	“
P	“	P2O5	0,002	“
S	“	SO3	0,020	“
K	“	K2O	0.621	“
Ca	“	CaO	34.303	“
Ti	“	TiO2	0.804	“

Mn	"	MnO	0,052	"
Fe	"	Fe ₂ O ₃	3,094	"
Ni	"	NiO	0,007	"
Rb	"	Rb ₂ O	0,004	"
Sr	"	Rb ₂ O	0,053	"
Y	"	Y ₂ O ₃	0,004	"
Zr	"	ZrO ₂	0,010	"
Nb	"	Nb ₂ O ₅	0,002	"
Ba	"	BaO	0,022	"

Fuente Laboratorio de Mineralogía Aplicada. UCLM

Tabla 4. Composición mineralógica de los moldes de vegetación

Asociamos la presencia de estos moldes vegetales al paso de una oleada piroclástica húmeda y "fría" sobre la vegetación que ocupaba la orla lagunar del cráter y la ladera del volcán.



Figura 5. Molde de vegetación



Figura 6. Bomba con cráter de impacto

5.DISCUSIÓN

En el contexto de los trabajos de investigación que se han llevado a cabo en el Campo de Calatrava, no se habían constatado la presencia de formaciones edáficas fosilizadas por depósitos procedentes de erupciones. Incluso en el volcán Columba, estas formaciones tienen poca trascendencia espacial, aunque su significado, a la hora de establecer una cronología para sus últimas manifestaciones eruptivas, es de gran valor. Suelos muy similares, que han evolucionado hasta la actualidad al no haber sido recubiertos por depósitos procedentes de erupciones, se localizan en otros edificios volcánicos de la región. Esto permite establecer correlaciones y definir paleoambientes uniformes para el Campo de Calatrava en el final del Pleistoceno y a lo largo del Holoceno.

Los resultados obtenidos se basan en la datación de restos carbonizados procedentes de una formación vegetal soportada por un suelo en unas condiciones ambientales similares a las actuales, aunque con una aridez puntualmente más acusada en la zona central del Campo de Calatrava, pero también con un aumento de las precipitaciones estivales. Esto permitiría el desarrollo de láminas de agua en zonas deprimidas del volcán como es el ámbito del cráter, y la presencia de vegetación, en parte similar a la que en la actualidad se desarrolla en lagunas alojadas en mares.

Los numerosos moldes de vegetación creados por la acción de la oleada piroclástica se relacionan con la presencia de un nivel freático adaptado a los piroclastos del cono volcánico y de una formación lagunar que de manera discontinua mantendría volúmenes de agua fluctuantes dentro del cráter de Columba, permitiendo el crecimiento de taxones atribuidos a la familia de las Ciperáceas. Estas plantas son el resultado de unas condiciones climáticas que en el espacio de tiempo comprendido entre el 7000 y el 5800 BP, implican el aumento de la presencia de agua en el suelo, aún dentro de un aumento generalizado de la aridez, siguiendo a Dorado *et al.* (1999) con veranos ligeramente más frescos que en la actualidad, en lo que se registrarían un aumento de la nubosidad y de las precipitaciones, e inviernos muy fríos. Esta situación vendría precedida de un clima cálido y húmedo desde el 8500 hasta el 6000 BP.

García Antón *et al.* (1986) señalan la existencia de un clima mediterráneo, relativamente húmedo, para el Campo de Calatrava hace 6000 BP. Esto apoyaría la hipótesis de formaciones lagunares en el entorno de Columba contemporáneas con la reactivación del volcán.

El desarrollo de flujos de fango no es extraño a regiones volcánicas con presencia de agua en los cráteres. La reactivación del volcán puede generar una expulsión violenta de esta agua y de los sedimentos que ocupan parte de estos cráteres, dando lugar a la formación de lahares de dimensiones en concordancia con los volúmenes de agua y de depósitos movilizados. En el lahar se contienen restos orgánicos con una edad de alrededor de 18.000 años que asociamos a la vegetación que ocupaba las zonas altas del volcán con anterioridad al evento explosivo que desencadenó la oleada piroclástica y fosilizó el suelo. Los líticos que conformaban la columna eruptiva de esta erupción, en parte cayeron al interior del cráter y permanecieron en él hasta que el evento freático los desalojó violentamente como bombas, o los incorporó al flujo lahárico. En Columba la existencia de ese material de proyección aérea idéntico al que forma el depósito fangoso, apoya la hipótesis de la presencia de una laguna en el cráter y su papel determinante en la erupción freática responsable de la formación del pequeño lahar.

Autores	García Antón et al.	Dorado et al.	Ruiz Zapata et al
Datación BP	6240	5800-4.500	5.800-4.500
Caracterización de la vegetación	Reducción AP (Pinus y Quercus) Máximo de gramíneas Aumento de Ciperáceas y Tifáceas	Vegetación arbórea Pinus y Quercus disminuyen Aumentan las Cupressaceae, Asteraceae y Chenopodiaceae Vegetación acuática Aumento de Nynphaea y Potamogeton	Caída AP total Importante desarrollo de Quercus y Pinus Desarrollo de estépicas y elementos higrófitos
Caracterización climática	Condiciones templado húmedas	Fase árida y más fría Veranos con T°C menores Incremento de la nubosidad Alguna precipitación Inviernos muy fríos Tránsito de clima cálido y húmedo a mediterráneo continental, seco	Fase árida Incremento de las láminas de agua y energía (aguas más profundas y permanentes)

Tabla 5. Condiciones paleoambientales en el Campo de Calatrava

6. CONCLUSIONES

Del trabajo realizado se extraen las siguientes conclusiones: En el Campo de Calatrava oriental hay erupciones constatadas en el Holoceno medio. En el volcán Columba se constata la presencia de una laguna cratérica con una dinámica y unas características ambientales similares a las que se dan en la actualidad, aunque las variables climáticas difieran puntualmente en cuanto a los valores de temperatura y presencia de agua, pudiendo hacerse extensiva esta situación al conjunto del Campo de Calatrava oriental. Las características morfológicas de otras depresiones explosivas situadas al este de Columba nos llevan a plantear la hipótesis de una fase eruptiva tardía, eminentemente hidromagmática para esta zona de la región volcánica, asociada a una presencia de cierta importancia de agua en el subsuelo y en el suelo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de investigación ha sido financiado por la Universidad de Castilla-la Mancha en el marco del proyecto: "Análisis y datación de los paleosuelos de origen volcánico del Campo de Calatrava (España)". Agradecemos a los Dres. Zamorano Orozco (Instituto de Geografía de la UNAM), Macías Vázquez (Instituto de Geofísica de la UNAM) y Acosta Echeverría (IRICA-UCLM) sus valiosas aportaciones al resultado del mismo.

Bibliografía

- ANCOCHEA, E. (1983): *Evolución espacial y temporal del volcanismo reciente de España central*, Madrid, UCM, 675 pp.
- DORADO, M. VALDELOMILLOS, A. RUIZ, M.B. GIL, M.J. BUSTAMANTE, I. (1999): "Evolución climática durante el holoceno en la cuenca alta del Guadiana (Submeseta Sur Ibérica)". *Cuaternario y Geomorfología*, V.13, Números 1-2, pp. 19-32
- GARCÍA, M. MORLA, C. RUIZ, B. SAINZ, H. (1986): Contribución al conocimiento del paisaje vegetal holoceno en la submeseta sur ibérica: análisis polínico de sedimentos higroturbosos en el Campo de Calatrava (Ciudad Real, España). *Quaternary Climate in Western Mediterranean*. F. López Vera editor. U.C.M. pp. 189-204
- GONZÁLEZ, E. et al (2000): "Los geosistemas lagunares de origen volcánico del Campo de Calatrava: funcionamiento y dinámica reciente". *Geomorfología para el Tercer Milenio y Sociedad*. SEG, UCM,
- GONZÁLEZ, E. GOSÁLVEZ, R.U. (2004): "Nuevas aportaciones al conocimiento del hidrovulcanismo en el Campo de Calatrava". *Contribuciones recientes sobre Geomorfología. SEG, CSIC. Madrid. Pp. 71-81*
- GOSÁLVEZ, R.U. (2000): "Los humedales del Campo de Calatrava (Ciudad Real) como espacios receptores de Biodiversidad. En: *Actas del I Congreso Español de Biogeografía*. Girona, UB-UG-AGE
- GOSÁLVEZ, R.U. (2003): Las lagunas de la región volcánica del Campo de Calatrava: Delimitación, Inventario y Tipología. Proyecto de investigación financiado por la Consejería de Ciencia y Tecnología de la JCCM, (inédito)
- MONTURIOL, F. et al. (1970): "Los paleosuelos rojos en las formaciones cuaternarias del Campo de Calatrava (Ciudad Real)" *Anales de Edafología y Agrobiología*, vol. 7-8, pp.548-573
- POBLETE, M.A. RUIZ, J.(2002): "Morfología volcánica y dinámica fluvial en el valle medio del Jabalón (Campo de Calatrava Oriental) en: *Estudios recientes en Geomorfología: patrimonio, montaña, dinámica territorial* SEG, Universidad de Valladolid, pp 465-475