



Estudios de  
Antropología y  
Arqueología

# Volcanes, cenizas y ocupaciones antiguas en perspectiva geoarqueológica en América Latina

María Fernanda Ugalde, editora



Centro de  
Publicaciones

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR







Estudios de  
Antropología y  
Arqueología

Pontificia Universidad Católica del Ecuador  
Facultad de Ciencias Humanas  
Escuela de Antropología

Centro de Publicaciones PUCE

Colección: Estudios de Antropología y Arqueología, Volumen 2  
Volcanes, cenizas y ocupaciones antiguas en perspectiva geoarqueológica  
en América Latina  
Editora: María Fernanda Ugalde

Portada: Perfil sitio arqueológico Rumipamba (Quito, Ecuador), donde se alternan capas  
de cenizas con horizontes culturales. Foto: Andrés Mosquera

© De la presente edición Escuela de Antropología, PUCE

[www.edipuce.edu.ec](http://www.edipuce.edu.ec)  
Quito, Av. 12 de Octubre y Robles  
Apartado n.º 17-01-2184  
Telf.: (5932) 2991 700, ext. 1711  
e-mail: [publicaciones@puce.edu.ec](mailto:publicaciones@puce.edu.ec)

Apoyo editorial: Nadya Durango

Diseño: Norka Mora Manzano  
Diagramación: Norka Mora Manzano  
Impresión: V y M Gráficas  
ISBN: 978-9978-77-308-6  
Año 2017  
Impreso en Ecuador

Los artículos son responsabilidad de los autores.  
Está permitida la reproducción si se cita la fuente.



Nuestro logotipo está inspirado en un motivo iconográfico de arte rupestre de la  
Amazonía ecuatoriana. Petroglifos de Catazho, Provincia Morona Santiago.

Volcanes, cenizas y  
ocupaciones antiguas  
en perspectiva geoarqueológica  
en América Latina

María Fernanda Ugalde, editora



Estudios de  
Antropología y  
Arqueología

# Contenidos

---

- Presentación  
*María Fernanda Ugalde* 9
- Los suelos ándicos y sus efectos en el registro arqueológico  
*Mario Alonso Bermúdez Restrepo* 15
- Impacto del volcanismo Holocénico sobre el poblamiento humano del extremo noroeste de la Patagonia Argentina  
*Victor Durán, Raúl Mikkan, Ramiro Barberena, Martín Giesso y Gustavo Lucero* 23
- Impactos de las erupciones volcánicas durante los últimos 12 000 años en la región Cauca Medio, centro-occidente de Colombia: aportes de la Geoarqueología y gestión del riesgo al conocimiento de interacciones milenarias naturaleza-cultura  
*Martha Cecilia Cano Echeverri y Carlos Eduardo López Castaño* 42
- Erupciones volcánicas de la Cuenca de México y sus efectos en poblaciones humanas tempranas del Pleistoceno Superior-Holoceno Temprano  
*Silvia González y David Huddart* 55
- La tefra como marcador guía en la Costa ecuatoriana: nuevos aportes  
*Ángelo R. Constantine C.* 66
- Una historia complicada: ceniza volcánica y su uso en el período Formativo en la Sierra Norte del Ecuador a través del caso del sitio Los Soles  
*Eric Dyrdaahl, Carlos Eduardo Montalvo Puente y Viviana Valverde* 87
- Volcanismo y la búsqueda de sitios arqueológicos tempranos en el área del Lago San Pablo, Sierra Norte del Ecuador  
*María Auxiliadora Cordero* 102

- Geoarqueología en la costa manabita:  
 cambios en el paisaje costero y su importancia para  
 las ocupaciones humanas de ayer y hoy 115  
*Cristian M. Favier Dubois y Juan José Ortiz Aguilú*
- Sobre las nieblas de los volcanes Chimborazo y Sangay:  
 asentamientos humanos milenarios y paleoambiente 129  
*Alden Yépez y Elmo León Canales*
- Morfología de *hummocks* proveniente de las avalanchas  
 de escombros: su uso en la historia arqueológica en el Ecuador 146  
*Viviana Valverde, Benjamín Bernard y Patricia Mothes*
- Uso del suelo y geoformas en tiempos precolombinos:  
 Cuencas de los ríos Tuna y Palora, Pablo Sexto, Morona Santiago 153  
*Sthefano Serrano*
- Sitios arqueológicos del período Formativo en el norte de Quito  
 afectados por cenizas volcánicas 165  
*Victoria Dolores Domínguez Sandoval*
- La cangahua: un depósito pleistocénico con funciones constructivas  
 y de marcador cronológico para la arqueología ecuatoriana 176  
*María Fernanda Ugalde*
- Biografías de los autores 191





# Presentación

---

El presente volumen constituye el segundo número de la colección *Estudios de Antropología y Arqueología*, de la Escuela de Antropología de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE). Reúne las contribuciones producidas para el III Taller de Geoarqueología Latinoamericana: «Cenizas Holocénicas en los Andes Septentrionales», que tuvo lugar en Quito entre el 3 y el 7 de agosto de 2015, y cuya sede fue la PUCE.

Los Talleres de Geoarqueología Latinoamericana surgieron como una iniciativa del grupo GEGAL (Grupo de Estudios Arqueológicos de América Latina), y se realizan anualmente desde el 2013. El primero tuvo lugar en Olavarría (Argentina) en ese año y el segundo en Los Vilos (Chile), en 2014. La idea de organizar el III Taller en Quito, con sede en la PUCE, surgió durante el encuentro de Olavarría por iniciativa de Ángelo Constantine (coordinador regional de GEGAL para Ecuador), y se concretó al año siguiente gracias al decidido apoyo institucional de la PUCE a través de su Dirección de Investigación. La organización del Taller recayó en la Escuela de Antropología de la PUCE y contó con la colaboración permanente de Ángelo Constantine.

Si bien todos los arqueólogos, también en Ecuador, nos servimos en mayor o menor medida de datos provenientes de otras disciplinas —como la geología y la geografía— para entender e interpretar de mejor manera nuestros hallazgos, la Geoarqueología como disciplina con carácter propio y validez por sí misma, apenas ha comenzado a practicarse en nuestro país y, de hecho, en general, suele verse como una disciplina relativamente nueva. Por este motivo, la PUCE no dudó en abrir sus puertas a los arqueólogos, geoarqueólogos, vulcanólogos y geólogos expertos de Ecuador, Argentina, Colombia, Estados Unidos, México y Reino Unido, quienes ofrecieron sus conocimientos y discutieron sobre sus descubrimientos ante un interesado público, compuesto principalmente por arqueólogos y estudiantes de arqueología, pero entre quienes también se encontraban interesados de otras ramas y público diverso. Fue, así, un evento con gran acogida, que colegas y estudiantes aprovecharon y disfrutaron, y que combinó, al igual que los Talleres de Geoarqueología Latinoamericana previos, las sesiones de ponencias y plenarias con salidas de campo y visitas a laboratorios. De entre las ponencias que fueron enviadas en forma de artículo para esta publicación, presentamos hoy las que aprobaron el proceso de evaluación por pares ciegos. Es una enorme satisfacción para la Escuela de Antropología de la PUCE ofrecer de esta manera a la comunidad el primer volumen sobre Geoarqueología producido en Ecuador.

El eje temático del III Taller de Geoarqueología Latinoamericana se definió en función de aquellos eventos naturales que mayor impacto tuvieron en las pobla-

ciones precolombinas de lo que hoy es Ecuador, los cuales son sin duda alguna las erupciones volcánicas. En las estratigrafías de las excavaciones arqueológicas de los Andes septentrionales, las capas de tefra son parte integral y, frecuentemente, su aparición va acompañada de la evidencia de efectos de diversas índoles en los asentamientos antiguos. Así, el tema de «Cenizas Holocénicas en los Andes Septentrionales» convocó un gran número de aportes, que lo abordan desde distintas perspectivas. Como coincidencia anecdótica, el volcán Cotopaxi, localizado a 50 km de Quito, mantuvo altos grados de actividad precisamente entre agosto de 2015 y junio de 2016, que felizmente no conllevaron consecuencias negativas para la población, pero que generaron alta preocupación y la declaratoria de alerta durante varios meses. Así, la actividad volcánica se muestra, hoy como ayer y como hace siglos y milenios, como un elemento omnipresente en la vida de los habitantes andinos en general y ecuatorianos en particular; está estrechamente relacionada no solo con la dinámica social sino con la cosmovisión de estos pueblos, que consideran a los volcanes como parte fundamental de su geografía sagrada y los entiende como deidades sexuadas. Varias de las ponencias del encuentro, y por tanto de los artículos que conforman este volumen, abordan esta relación desde diversas perspectivas. Los usos de cenizas por parte de las sociedades, la reacción ante eventos volcánicos o la función que las personas dieron en el pasado a elementos provenientes de los volcanes, son algunos de los temas que se analizan y discuten.

El volumen ha sido organizado de acuerdo con la temática y comienza con los temas más generales, pasa por estudios de caso de otros países y termina con los estudios de caso en Ecuador, que constituyen la mayor parte de las contribuciones.

Mario Bermúdez presenta una síntesis sobre los andisoles, suelos desarrollados en materiales parentales volcánicos, que son transformados por procesos de meteorización química. Se detalla cómo las propiedades físicas y químicas de estos suelos (cenizas, pumitas, coladas de lava, basaltos, ignimbritas, etc.) pueden afectar los movimientos de los materiales, así como la acumulación de compuestos químicos y, por consiguiente, influenciar en el registro arqueológico.

El gran bloque sobre los impactos de los eventos volcánicos en los asentamientos prehistóricos inicia con la contribución de Víctor Durán, Raúl Mikkan, Ramiro Barberena, Martín Giesso y Gustavo Lucero. Ellos, en relación al poblamiento humano del extremo noroeste de la Patagonia argentina, cuestionan las versiones que atribuyen la baja ocupación humana durante un período extenso en el Holoceno Medio a un aumento de la aridez; asimismo, proponen que más bien el volcanismo pudo ser la causa principal de dicha caída demográfica, reflejada en la disminución de registros arqueológicos para el lapso comprendido entre los años 7000 y 5000 AP.

La región del Cauca Medio, en el centro occidente de Colombia, es donde se centra el estudio que presentan Martha Cano y Carlos López. Sobre esta

región, durante muchos años se conocían principalmente los registros arqueológicos relacionados con grupos cacicales productores de fina orfebrería. El estudio geoarqueológico ha permitido analizar una importante secuencia de erupciones volcánicas y relacionarlas con un desarrollo histórico-cultural de larga data. Esto ha dado como resultado un primer abordaje sobre los paleoambientes, así como la obtención de secuencias estratificadas más completas y precisas en relación a lo que anteriormente se conocía.

El grueso de los aportes que se compilan en este volumen se refieren a estudios de caso del Ecuador. El primero es el de Ángel Constantine, quien realiza un análisis sintético sobre el papel estratigráfico de las tefras como marcadores guía de gran importancia cronológica en la Costa ecuatoriana. Las cenizas producto de diversas erupciones de los volcanes Quilotoa, Ninahuilca, Guagua Pichincha, Pululahua y Cotopaxi, entre otras, se han registrado en las estratigrafías de sitios distantes en la Costa, dando fe de las distancias a las que el viento puede transportar grandes cantidades de estos materiales. Los análisis petrográficos y geoquímicos que se han realizado sobre estos estratos permiten hoy su rápida identificación y son de gran utilidad para la conformación de cronologías relativas.

En la Sierra Norte del Ecuador se encuentra también Los Soles, un sitio arqueológico que es investigado por Eric Dyrdaahl en el marco del Proyecto Arqueológico Las Orquídeas (provincia de Imbabura, Ecuador) desde hace varios años. En este estudio, Dyrdaahl, junto con Carlos Montalvo y Viviana Valverde, plantea que, durante la ocupación del Formativo Tardío de este sitio, las cenizas volcánicas no solo sirvieron como marcador cronológico, sino que, para el caso específico de las cenizas del volcán Cuicocha, propone que estas fueron removidas artificialmente y empleadas para diferentes funciones, tanto como materia prima como para revestir hornos y delimitar espacios de actividad.

En una zona cercana se ubica el estudio de caso que presenta María Auxiliadora Cordero, el área del Lago San Pablo, igualmente en la provincia de Imbabura. Aquí, la autora se cuestiona el motivo por el cual son muy pocos los sitios tempranos que se han localizado en este sector, que por sus abundantes recursos naturales debió en principio ser atractivo para la ubicación de asentamientos. Como resultado de una prospección efectuada en tres parroquias cercanas al lago, así como de datos paleobotánicos sobre la presencia temprana de maíz en Ecuador en general y en la provincia de Imbabura en particular, Cordero propone que deben existir vestigios de ocupaciones sedentarias de agricultores tempranos en la zona, pero que es posible que estas se encuentren debajo de espesas capas de ceniza y que, por tanto, aún están a la espera de ser halladas.

Cristian Favier y Juan José Ortiz nos trasladan con su investigación hacia la Costa ecuatoriana, provincia de Manabí. Estos autores exploran los cambios en el paisaje costero de esta región, producidos por factores como sismos, *tsunamis*, volcanismo, episodios ENSO y cambios dramáticos del nivel del mar, que se han

sucedido a lo largo del Holoceno. Evalúan la influencia de estos eventos sobre las ocupaciones humanas en este espacio, tomando como laboratorio a dos localidades: Liguíqui y Charapotó, que se diferencian por observarse en ellas procesos de erosión y acumulación costeras, respectivamente. Se plantea que estos procesos afectan decisivamente al registro arqueológico, propiciando en principio su destrucción en el primer caso y su preservación en el segundo; no obstante, se resalta que las actividades antrópicas recientes están generando una acelerada erosión aun allí donde la acumulación costera había permitido la preservación del registro arqueológico durante milenios.

Alden Yépez y Elmo León, por su parte, proponen un análisis de la relación entre los pobladores antiguos y los volcanes, a través de dos estudios de caso: el Sangay y el Chimborazo, desde una perspectiva paleoambiental. Para el caso del Chimborazo, se hace alusión a fortificaciones y santuarios de altura en diversos puntos de los Andes, y se reporta el hallazgo de restos arqueológicos a elevaciones por encima de los 4000 m. s. n. m. Los restos corresponden a ocupaciones humanas cortas al pie del glaciar, relacionadas probablemente con el culto al agua. En relación al área circundante del Sangay, se plantea que entre las poblaciones antiguas del valle del Upano existiría una correlación entre ambientes cálidos y húmedos y la construcción de montículos.

En la contribución que presentan Viviana Valverde, Benjamín Bernard y Patricia Mothes, se trata el tema de los *hummocks* en perspectiva comparativa entre tres volcanes cuaternarios del Ecuador. Estos deslizamientos gigantes de edificios volcánicos, que por su morfología frecuentemente han sido confundidos con obras de tierra de origen antrópico, fueron usados en la antigüedad de diferentes maneras. Los autores plantean que, en el caso del volcán Sangay (Cordillera Real), su morfología similar a la de los montículos artificiales habría conllevado su utilización para una función similar. En el caso del Imbabura (depresión internadina), en cambio, habría servido como muestra para la reproducción de su forma, igualmente en la construcción de montículos artificiales. Finalmente, en el Chimborazo (Cordillera Occidental), se reporta material cultural de filiación Puruhá sobre estos elementos de origen volcánico. Dada la similitud morfológica entre *hummocks* y montículos artificiales, se menciona a la petrografía como una herramienta importante para la diferenciación.

Las cuencas de los ríos Tuna y Palora, en la provincia oriental de Morona Santiago, son abordadas desde una perspectiva geoarqueológica en el artículo de Stefano Serrano. Tras una síntesis sobre la génesis geológica de la zona, se menciona que la geomorfología se modeló por una serie de colapsos del volcán Sangay, lo que dio lugar a un paisaje definido principalmente por planicies interfluviales, *hummocks*, ríos con barrancos y terrazas, geoformas en las que se asentaron los grupos humanos de los diferentes períodos prehistóricos; estos, a su vez, generaron modificaciones en el entorno. El autor describe diferentes alternativas en el uso de

las geoformas y del suelo según los grupos humanos que utilizaron los espacios, y señala los tipos de bioturbaciones y factores antrópicos que generan alteraciones en el registro arqueológico.

La investigación de Victoria Domínguez nos devuelve a la Sierra ecuatoriana y se centra en el período Formativo. Los sitios Tagshima y Tajamar, ubicados hacia el norte de Quito, presentan registros estratigráficos marcados por una secuencia de ocupación y abandono, que se correlacionan con una serie de manifestaciones volcánicas sucedidas a lo largo del Holoceno. El trabajo concluye que el desarrollo de los pueblos aborígenes andinos en esta zona ha dependido de los efectos erosivos de los volcanes circundantes, efectos que pudieron conllevar procesos migratorios, por ejemplo, en busca de superficies adecuadas para el cultivo.

Finalmente, María Fernanda Ugalde habla sobre la cangahua, una formación de origen volcánico propia de la porción septentrional de los Andes ecuatorianos. Por sus características, fue utilizada como material constructivo tanto en contextos arquitectónicos como funerarios. Por ser de data pleistocénica, se ha constituido en un importante marcador cronológico para la Sierra Norte del Ecuador, donde los arqueólogos la identifican como el estrato estéril. La discusión se centra en los datos de dos sitios arqueológicos investigados por la autora: Cochasquí y Rancho Bajo. Ambos sitios se encuentran en la provincia de Pichincha, en la Sierra Norte del Ecuador, pero difieren notoriamente en cuanto a su carácter y cronología, así como en los usos que se dio a la cangahua en estos antiguos contextos. El artículo termina con una reflexión sobre la conservación de estos restos culturales y el peligro de su explotación turística incontrolada.

Desde la Escuela de Antropología, deseo dejar sentado mi profundo agradecimiento a las instituciones y las personas que colaboraron para que sean posibles tanto la realización del encuentro como la publicación de este libro. Cristian Favier, desde el GEGAL, impulsó la idea de la realización del encuentro en Ecuador, y Ángelo Constantine (ESPOL) participó activamente en la coordinación del mismo desde su inicio. Patricia Mothes (Instituto Geofísico, Escuela Politécnica Nacional) se entusiasmó inmediatamente con la idea y colaboró con una visita guiada por el Laboratorio del área de Vulcanología, en la que se impartió una charla teórico-práctica sobre la mineralogía de las tefras de los volcanes activos del Ecuador y a la vez se ilustró el proceso de monitoreo de la actividad volcánica que el Instituto mantiene permanentemente. La PUCE abrió sus puertas y colaboró con un generoso financiamiento, que se cristalizó gracias al interés de Rommel Montúfar, Director de Investigación de esta institución. Igualmente, el Gobierno de la Provincia de Pichincha dio un importante aporte económico, gracias a la intervención de su Dirección de Cultura y el decidido interés de María Pilar Vela y Mónica León, quienes también permitieron y facilitaron la visita al sitio arqueológico Cochasquí. Gracias también a nuestros amigos de la Asociación de Turismo de Tocachi por la cordial atención que nos ofrecieron en el sitio.

Para la organización del evento, conté con la colaboración de Martha Sofía Vargas y Santiago Pazos, a quienes agradezco por su profesionalismo y compromiso. Igualmente, reciban mi agradecimiento Tamia Viteri y Kyra Torres, becarias de la Escuela de Antropología, que apoyaron a la organización durante todo el proceso, así como los estudiantes de la Escuela de Hotelería y Turismo que se hicieron cargo con diligencia de la atención protocolaria de los asistentes.

Debo agradecer, además, aunque no pueda mencionar sus nombres, a todos los evaluadores de los artículos, profesionales de gran nivel que trabajaron desinteresadamente para garantizar la calidad de este volumen.

*María Fernanda Ugalde*

# Los suelos ándicos y sus efectos en el registro arqueológico

---

Mario Alonso Bermúdez Restrepo\*

## Introducción

La cordillera de los Andes, situada en el denominado cinturón de fuego del Pacífico, tiene una orogénesis asociada a una zona de subducción tectónica. Las actividades ígneas intrusivas y extrusivas, producto de estos procesos, crearon una infinidad de mantos plutónicos y piroclásticos, de diferente tamaño y edad, a lo largo de todo el continente americano.

A medida que el proceso de orogénesis levanta las cordilleras, simultáneamente actúan los procesos geomorfodinámicos de meteorización, remoción, transporte y deposición, que remodelan el paisaje y proporcionan las condiciones para la génesis de los suelos. Entre estos, la meteorización química, potenciada por las condiciones climáticas húmedas, es más afectiva en los sedimentos no consolidados de cenizas o en las rocas vesiculares porosas, como las pumitas y las ignimbritas. Estos son los materiales parentales en los que se desarrollaron los suelos ándicos con mayor rapidez, suelos que fueron de gran interés para las sociedades prehispánicas.

Para la interpretación de los contextos arqueológicos situados en suelos generados en materiales parentales volcánicos, es necesario tener un conocimiento suficiente sobre sus características físicas y químicas, de tal modo que sea posible entender cómo estas influyen el registro, cómo pueden llegar a alterar las concentraciones de algunos compuestos y evitar interpretaciones erróneas sobre lo que el investigador encuentra. Es por lo anterior que la geoarqueología (y, como parte de ella, la pedología aplicada a la arqueología) se presenta como una alternativa multidisciplinar, que apoya la ciencia del pasado en su fin último.

## ¿Qué es el suelo?

El suelo se ha definido de diferentes maneras, que dependen del uso para el que está proyectado o de las necesidades de la disciplina que lo requiere. El suelo se define, por una parte, como una entidad geológica; por otra, como componente del ecosistema. Para la pedología y la taxonomía que adoptamos en Colombia, el suelo es «un cuerpo natural que comprende a sólidos (minerales y materia orgánica), líquidos y gases que ocurren en la superficie de las tierras, que ocupa un espacio y se caracteriza por uno o ambos de los siguientes: horizontes o capas que

---

\* Grupo de Investigación en Geoarqueología. Laboratorio de Arqueología, Universidad de Caldas Manizales, Colombia. mario.bermudez@ucaldas.edu.co



se distinguen del material inicial como resultado de adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia o por la habilidad de soportar plantas en un ambiente natural» (Soil Survey Staff, SSS, 2006). Para el interés geoarqueológico, el suelo es considerado como un sistema medioambiental, situado en la superficie sólida del planeta, que tiene la capacidad de soportar vida y que contiene una buena parte del registro arqueológico.

Por lo tanto, el suelo es concebido como un ente natural, dinámico, en continua evolución. Sus propiedades y sus características cambian en las dos dimensiones —temporal y espacial—, según las condiciones medioambientales en las que se forma y desarrolla.

### Los factores formadores y el contexto de formación

En geoarqueología, al igual que en pedología, el suelo es el resultado de la interacción de factores y procesos que definen sus características. Desde 1941, a partir de la propuesta de Hans Jenny, se ha aceptado que en la formación de los suelos actúan cinco factores que cumplen con la ecuación:  $(S) = f(mp, b, r, c, t)$ .

En la que  $mp$  es el material parental a partir del cual se forma la fracción mineral, transformada por las acciones físico-químicas de la meteorización;  $b$  es la biota presente en el medio (macroescalar o microescalar);  $r$  es el relieve en el que se encuentra la fracción física;  $c$  se refiere al clima ambiental; y  $t$  es el tiempo transcurrido desde que se inicia el proceso de formación.

Adicionalmente a estos factores, actúan los procesos pedogenéticos globales: adición, pérdida, transformación y translocación (o migración). Así, la ecuación según Simonson (1959) sería:  $(S) = f(a, p, t, m)$ , cada uno de estos con sus respectivos procesos específicos, que se explican a continuación.

Los procesos específicos de adición son la cumulización y el littering, que agregan materiales minerales y orgánicos respectivamente; los de pérdida se refieren a la erosión y la lixiviación, que extraen materiales y compuestos; los procesos de translocación se refieren a la migración física y química a través del perfil, entre ellos se desatacan: eluviación, iluviación, salinización, calcificación, lessivage, melanización y leucinización; y los procesos de transformaciones son aquellos de reacción química orgánica e inorgánica, entre los que se destacan: humificación, mineralización, gleyzación, adensamiento, rubefacción y andolización<sup>1</sup>, que es de principal importancia para nuestro objetivo.

Cada uno de los procesos actúa de manera diferencial e influyen en la formación y la transformación del registro y los yacimientos. Particularmente, los procesos de cumulización y littering, por transporte gravitatorio (caída) o arrastre en un agente (viento o agua), son responsables de gran parte del sepultamiento y

<sup>1</sup> El proceso de andolización consiste en una alteración no muy intensa de los materiales parentales volcánicos, que sintetizan nuevos materiales no cristalinos (amorfos), sumado a la humificación de los residuos orgánicos y la lixiviación de bases.

posterior preservación o destrucción del registro. Las adiciones intencionales o no intencionales por parte de las actividades humanas se consideran, a su vez, como procesos específicos de adición, que afectan muy localmente sitios.

Los procesos de transformación, translocación y pérdida se deben considerar también como procesos postdeposicionales, que afectan significativamente los yacimientos. Sus efectos son diferenciados dependiendo de la intensidad y de las propiedades físicas y químicas de los sustratos en los que actúan. En el caso que nos ocupa, se tratarán más adelante.

## **El orden de los andisoles y las propiedades ándicas de los suelos**

La característica principal para definir un andisol es su origen volcánico. Es un suelo producto del desarrollo de materiales parentales magmáticos extrusivos, como coladas de lava, basaltos, ignimbritas, pumitas y cenizas volcánicas, que son transformados por procesos de meteorización química. Los productos finales de la hidrólisis, óxido-reducción, hidratación, entre otros, son concentraciones de aluminosilicatos cristalinos, complejos aluminio/húmicos, aluminosilicatos amorfos y vidrios muy finos, como parte de la fracción mineral. En algunas condiciones ambientales en las que la humedad relativa es alta y la temperatura sobrepasa una media de 10 °C, la adición y la transformación actúan simultáneamente. Los procesos fisicoquímicos pueden generar los amorfos y los complejos de aluminio y humus, en tiempos relativamente cortos, que son los que le imprimen propiedades ándicas a la fracción mineral.

Las denominadas propiedades ándicas se presentan en otros órdenes de suelos, pero no en conjunto. Para el sistema de clasificación del USDA (SSS, 1999; 2006), las propiedades ándicas son: en la fracción fina (arcillas), hay una acumulación de menos del 25% de carbono orgánico por peso, la densidad aparente de 0,9 g/cm<sup>3</sup> o menor con humedad retenida a 33 kPa, lo que implica un peso específico muy bajo, la retención de fosfatos es mayor al 85%, debido a las concentraciones de imogolita, ferrihidrita y alofanos, y tienen un contenido mayor o igual al 2% de (Al + 0,5 FeO) (Al y Fe extractables con oxalato de amonio), que es debido principalmente a la presencia de los complejos metal-humus.

## **Los horizontes diagnósticos de los andisoles**

Las propiedades macroscópicas (como color, estructura, textura, etc.) y algunas propiedades químicas, resultado de los procesos pedogenéticos, caracterizan los horizontes diagnósticos de los suelos. Estos horizontes se denominan epipedón si se desarrollaron cerca de la superficie y endopedón si se desarrollaron subsuperficialmente. Los epipedones en general son oscuros, debido a que concentran la materia orgánica, sufren procesos de littering y humificación, pero no por ello los horizontes A y epipedones son sinónimos; en el epipedón, los minerales, la estructura y textura del material parental han desaparecido por completo, al igual que las estratificaciones cuando provienen de sedimentos finos. Los endopedones en

general son más claros que los anteriores; en muchos de ellos, los minerales provenientes del material parental pueden ser reconocibles. Las características del endopedón dependen de los procesos pedogenéticos que lo influenciaron (ver arriba).

En los andisoles, los epipedones más comunes son: húmico, úmbrico, melánico, hístico y órico, todos influenciados por la fijación de la materia orgánica. Los horizontes plágenos, antrópicos y folísticos no se presentan en este orden de suelo, además, estos son característicos de otros órdenes. A diferencia de los demás, el epipedón melánico de los andisoles, en algunos casos, recibe adiciones de ceniza volcánica, que se acumulan en capas finas superficiales o subsuperficiales que no son suficientes para definir nuevas capas u horizontes (Fassbender y Bornemisa, 1987).

Los endopedones comunes en andisoles son: argílico, cámbico, kándico, óxico, duripan, plácico, cálcico y petrocálcico, resultado de los procesos pedogenéticos mencionados; en la mayor parte de ellos se observan cristales preservados. Los demás horizontes diagnósticos subsuperficiales, desde los ágricos hasta los sulfúricos, no se presentan en este orden de suelos<sup>2</sup>.

Factores y procesos pedogenéticos son responsables de la formación de los epipedones y los endopedones; influyen las propiedades macroscópicas del suelo y le imprimen las propiedades ándicas al orden que nos ocupa.

## Las propiedades físicas en los andisoles

Al igual que los demás órdenes de suelo, las propiedades físicas de los andisoles se miden por: color, textura, estructura, porosidad y densidad, retención de humedad y consistencia.

Como se expresó anteriormente, el color en los epipedones de los andisoles es generalmente oscuro (húmico, úmbrico, hístico y melánico). Esta propiedad se da como consecuencia de la concentración de carbón y materia orgánica, en forma de coloides o macromoléculas de ácidos fúlvicos, húmicos y huminas, en las capas superiores.

El color claro de los endopedones está asociado a los materiales parentales que sufren, en el proceso de meteorización, reacciones que generan oxidación y rubefacción. La liberación de hierros y aluminosilicatos da como resultado colores pardos, amarillos y rojos, con value y chroma altos en la escala de Munsell. Al ser los endopedones profundos, casi nunca tienen contacto con el registro arqueológico artefactual depositado en pisos de ocupación; solo en estructuras verticales que los alcanzan o en superficies decapitadas pueden verse las influencias por procesos químicos, que se mencionarán más adelante.

La textura de los horizontes superficiales en andisoles puede ser fina, si el grado de desarrollo es suficiente para que los minerales del material parental hayan sido transformados en su totalidad. Pero estos datos no son confiables, debido a que los agregados no dispersan con métodos tradicionales y no se pueden tener en cuenta

2 Para ver detalles, consultar Jaramillo, 2002; SSS, 2006; Brady and Weil, 1996.

las lecturas de campo (Besoain, 1985). En horizontes jóvenes, en los cuales se conservan los minerales frescos, la textura puede ser más gruesa. Cuando el ambiente sigue siendo activo y las caídas de ceniza son continuas, el proceso de cumulización sepulta el registro después del abandono; mientras en contextos que son ocupados durante las lluvias continuas de ceniza, su acumulación es diferenciada: en áreas cubiertas por techos será menor y en áreas abiertas mucho mayor. En este sentido, la textura más que influenciar directamente el registro, es un indicador de áreas de uso (Díaz y Salgado, 2013).

El desarrollo estructural en los andisoles está influenciado por los procesos de fijación de la materia orgánica, contenidos de minerales arcillosos, acumulación de complejos metálico-húmicos, entre otros. La estructura asociada a las propiedades ándicas es, por lo general, de esferoidal a blocosa fina en todo el perfil; se desarrolla rápidamente, a consecuencia de las características del material parental, su susceptibilidad a los procesos de meteorización físico química y se ve influenciada por las condiciones bioclimáticas. La actividad antrópica, desde el uso doméstico hasta el cultivo intensivo, genera variaciones en el desarrollo y la estabilidad estructural.

La porosidad y la densidad son directamente influenciadas por el desarrollo estructural de los suelos. En andisoles, la porosidad es abundante y la densidad, como se afirmó arriba, hace parte de las propiedades ándicas. Ambas propiedades se manifiestan macroscópicamente y le dan características de bajo peso a los pedones. Consecuencia de estas es el aumento en la probabilidad de translocación de materiales finos a través del perfil.

La retención de humedad de los suelos depende de la porosidad, la estructura y el tipo de minerales arcillosos. Las propiedades ándicas hacen que la humedad retenida a capacidad de campo y el agua aprovechable tengan mayor estabilidad que en otros suelos, aunque en general se puede decir que las constantes de humedad no son medidas absolutas, ya que varían entre los suelos y entre el mismo suelo (Kramer, 1974). Esta propiedad influirá principalmente en la actividad química en andisoles más que en su comportamiento físico.

Finalmente, hay que analizar la consistencia, que es la resistencia del suelo a ser deformado. Esta propiedad depende directamente de la humedad disponible en el suelo y la cantidad de minerales arcillosos. Cuando el suelo no es arenoso y está seco, su coherencia es máxima y los terrones separados no se pueden volver a unir, es decir que la disgregación es irreversible. A medida que la humedad aumenta, el suelo se hace de friable a plástico, es moldeable y se deforma. Cuando el suelo se satura de agua, su comportamiento se hace fluido y se desliza sobre sí mismo por su peso.

## **Las propiedades químicas en los andisoles**

La química de los suelos se encarga de estudiar las reacciones, la composición y las propiedades generadas entre las fases sólida, gaseosa y líquida que lo confor-

man. Su interés y utilidad se han dirigido principalmente a la edafología como ciencia aplicada al manejo productivo del suelo, aunque en arqueología ha tenido mucha influencia en las últimas décadas.

En la química de los suelos actúan diferentes fenómenos y reacciones, que no se tratarán a profundidad aquí, para ello se deben consultar manuales especializados o libros sobre el tema<sup>3</sup>. Las principales propiedades químicas tienen que ver con la adsorción, el cambio y la retención, los cuales dependen del grado de acidez-alcalinidad ambiental.

La adsorción es la propiedad que tiene una sustancia de unirse (adherirse), por un tiempo determinado, a una superficie como efecto de fuerzas electrostáticas, químicas o de Van der Waals. Si la causa es la acción de las primeras, los procesos se pueden revertir, porque la superficie actúa como un sistema en equilibrio, que cuando se adsorbe un ion se libera una cantidad de otro. Cuando las causas son por las otras dos, el proceso no es fácilmente reversible, porque no hay sustitución.

La acidez-alcalinidad de un suelo dependerá de su composición, de las reacciones de hidrólisis y de las reacciones de intercambio iónico que experimenten sus fases orgánica e inorgánica. La primera se relaciona con la concentración de la materia orgánica, que interfiere en la capacidad de intercambio catiónico (carboxilos y fenoles). La segunda depende de las concentraciones de arcillas (tamaño textural y mineralogía o cristalinidad), los ácidos solubles, los aluminosilicatos amorfos (alofano e imogolita) y los óxidos e hidróxidos (Fassbender y Bornemisa, 1987). Los rangos de acidez en los andisoles se encuentran entre fuertemente ácidos y muy fuertemente ácidos (4,5 y 6 en la calificación de SSDS, 1999). Valores menores o superiores en el pH son raros, aunque se pueden presentar.

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) y aniónico (CIA) depende, por un lado, de las propiedades de los coloides orgánicos e inorgánicos, que se resumen en su cantidad y tipo, su densidad de carga y su superficie específica. Por otro lado, depende de las propiedades del ion, que tienen que ver con su carga, su tamaño (cristalográfico e hidratado) y su concentración (Bohn *et al.*, 1999). Aunque la CIC se relaciona principalmente con la fertilidad de los suelos, su valor y las concentraciones de bases que actúan (Mg, Ca, K, en menor grado, Na, Fe y Al) se han utilizado para algunas interpretaciones arqueológicas, ya que son los análisis más comunes en los laboratorios de suelos.

## Los efectos de las propiedades de los suelos ándicos en el registro arqueológico

El color oscuro en los epipedones de los andisoles, producto de los procesos de andolización, humificación y melanización, y la acumulación de humus tienen varios efectos que pueden influenciar la interpretación de los registros arqueoló-

3 Se recomiendan: Fassbender y Bornemisa, 1987; Bohn *et al.*, 1999; Spark, 2003; Zapata, 2006, entre otros.

gicos. Generan una mayor retención del calor por la absorción de la luz visible, lo cual favorece la evapotranspiración, estimula la velocidad de reacción de los compuestos químicos y, con ello, la acumulación de grupos carbonilos y carboxilos (Kumada, 1987). Al ser coloides ácidos (húmicos y fúlvicos), aumentan la CIC variable y forman complejos estables con elementos metálicos, que se deben tomar con precaución. El humus, debido a su carácter coloidal y amorfo, retiene mayor cantidad de agua que otros minerales, lo que puede contribuir a los procesos de disolución de filosilicatos. La acumulación de ácidos húmicos y huminas favorece la concentración de carbón orgánico pasivo en la fracción fina del suelo. Este carbón tiene tasas de recambio entre 500 y 5000 años (Brady y Weil, 1996: 396), lo cual podría contaminar las muestras de carbón de los sitios —utilizadas para fechar— y puede invalidar fechas obtenidas de la materia orgánica en andisoles.

La formación y el desarrollo de la estructura en suelos ándicos, influenciada por el littering, su posterior transformación en materiales orgánicos y, en algunos casos, la cumulización de cenizas, afectan el registro arqueológico en diferente intensidad. Se pueden evidenciar sepultamientos rápidos y anormalmente profundos, en los que se presentan estratos masivos o sueltos, medianamente oscurecidos, que no son indicadores de paleosuelos o paleosuperficies (Agudelo *et al.*, 2014). El desarrollo estructural puede llegar a translocar materiales artefactuales y ecofactuales pequeños, así como, generar acumulaciones de arenas finas y limos en cavidades naturales. Además, si el desarrollo estructural llega a afectar endopedones, en los que se hayan construido discontinuidades (pozos de cualquier tipo), puede alterar la forma y la visibilidad de estructuras, entre otros efectos.

Al igual que la estructura, la porosidad, la consistencia y la densidad, pueden aumentar la probabilidad de translocación de materiales finos a través del perfil. Microrrestos ecofactuales y artefactuales pueden ser transportados por movimientos de agua, organismos o simplemente por gravedad, lo cual puede generar acumulaciones o dispersiones postdeposicionales anormales, más aún cuando los materiales translocados son orgánicos, pues afectan directamente las interpretaciones y, dado el caso, las fechaciones.

Los suelos ándicos, al tener cantidades significativas de minerales amorfos —como alofanos, ferrihidritas e imogolitas—, además de los complejos humus-aluminio, presentan propiedades químicas especiales que deben ser estudiadas con metodologías especializadas (Pollard *et al.*, 2007). La más importante, que afecta el registro químico arqueológico, es la retención de fosfatos; como se enunció arriba, una de las propiedades ándicas es la retención de estos compuestos en una tasa superior al 85%. Esta propiedad puede llevar a dos conclusiones erróneas. La primera se refiere a que el investigador, bajo resultados de bajas concentraciones de fosfatos, infiera que las actividades antrópicas que generan acumulación de ellos sean de baja intensidad o que las ocupaciones hayan sido efímeras. La segunda es que, después de fraccionar y extraer la totalidad de los fosfatos, en la lectura se

reflejen cantidades exorbitantes de estos, que hagan pensar al arqueólogo en actividades intensivas, ocupaciones de larga duración y/o domesticación de animales. La lectura anómala que conduce a este segundo error se sustenta en que la retención no se puede fechar y el andisol desde sus procesos de formación comienza a generar los amorfos (Zapata, 2006), que son los que acumulan los fosfatos.

Finalmente, las lecturas basadas en el análisis estándar de suelos para la medición de la capacidad de intercambio catiónica, deben ser tratados con cuidado y no deben utilizarse en suelos con propiedades ándicas sin una evaluación química previa, ya que la CIC depende de la acumulación de la materia orgánica, los complejos metal-humus, la concentración y los tipos de amorfos generados en los procesos de transformación y que la carga variable es también muy dependiente del pH, lo cual puede sesgar los datos de concentración de bases libres.

## Bibliografía

- Agudelo, L., Herrera, D. y Sepúlveda, N. (2014). *Plan de manejo arqueológico para la construcción del centro cultural universitario Rogelio Salmona de la Universidad de Caldas*. (Informe final). Manizales.
- Besoain, E. (1985). Aluminosilicatos no cristalinos y paracristalinos del suelo. En Besoain, E. (Ed.), *Mineralogía de Arcillas de Suelos* (533-543). San José: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Bohn, H., Mcneal, B. y O'connor, G. (1993). *Química del suelo*. México D. F.: Limusa.
- Brady, N. y Weil, R. (1996). *The Nature and Property of Soils*. Upper Saddle River: Prentice-Hall Inc.
- Díaz, A. y Salgado, A. (2013). Las propiedades físicas del suelo como indicadores de actividad antrópica pasada. (Tesis inédita de Grado). Universidad de Caldas, Manizales.
- Fassbender, H. y Bornemisa, E. (1987). *Química de Suelos con énfasis en suelos de América Latina*. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Jaramillo, D. (2002). *Introducción a la ciencia del suelo*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Jenny, H. (1941). *Factors of Soil Formation*. New York: McGraw-Hill.
- Kramer, P. (1974). *Relaciones hídricas de suelo y plantas: una síntesis moderna*. México D. F.: Edutex.
- Kumada, K. (1987). *Chemistry of soil organic matter*. Tokyo: Japan Scientific Societies Press.
- Pollard, M., Bath, C., Stern, B. y Young, S. (2007). *Analytical chemistry in Archaeology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Simonson, R. (1959). Outline of a generalized theory of soil genesis. *Soil Science Society of America*, 23, 152-156.
- Soil Survey Staff (1999). *Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. Agriculture Handbook*, N.º 436. Washington D. C.: United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.
- Soil Survey Staff (2006). *Keys to Soil Taxonomy*. Washington D. C.: United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.
- Spark, D. (2003). *Environmental Soil Chemistry*. London: Academic Press.
- Zapata, R. (2006). *Química de los procesos pedogenéticos*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.

# Impacto del volcanismo holocénico sobre el poblamiento humano del extremo noroeste de la Patagonia argentina

---

*Víctor Durán\**, *Raúl Mikkan\*\**, *Ramiro Barberena\*\*\**,  
*Martín Giesso\*\*\*\** y *Gustavo Lucero\*\*\*\*\**

## Introducción

En este trabajo se retoma una propuesta geoarqueológica que se hizo en el sur de la provincia de Mendoza (Argentina), con el fin de determinar cómo pudo afectar el volcanismo holocénico al proceso de poblamiento humano de esa región (Durán y Mikkan, 2009), que puede reconocerse como el límite septentrional de la Patagonia argentina por sus características geográficas (Figura 1). En lo referente a su proceso de poblamiento, en la última década, se ha debatido intensamente sobre la posibilidad de que se haya dado —durante el Holoceno Medio— un período extenso de desocupación humana en amplios espacios al sur de Mendoza, por razones climáticas (Gil, 2006). Para el Holoceno Tardío, se ha discutido también, desde marcos paleoecológicos o biogeográficos, sobre una supuesta colonización humana tardía de los ambientes marginales de aquella región (planicies orientales y tierras altas de cordillera), relacionada con procesos de intensificación generados por presión demográfica, en sociedades con economías de caza y recolección (Neme, 2007; Neme y Gil, 2008). En el trabajo de Durán y Mikkan (2009), se presentaron resultados geomorfológicos y geocronológicos, que permitieron proponer al volcanismo como una de las causas o la causa principal de la disminución de registros arqueológicos para el período comprendido entre los años 7000 y 5000 AP. Se planteó también que ese factor pudo tener que ver con la colonización tardía de las planicies orientales (posterior al 2000 AP) y probablemente, con la desaparición u ocultamiento de evidencias arqueológicas en las tierras altas de cordillera.

En este artículo, se resumen los resultados ya publicados para la Planicie Oriental (Durán y Mikkan, 2009), para el valle del arroyo Valenzuela en la Cordillera Principal (Naranjo y Haller, 2002) y para algunos sitios arqueológicos y geológicos ubicados en ambientes cordilleranos donde se han registrado lluvias de material piroclástico (Durán, 2000; Durán y Mikkan, 2009; Peña Monné, Sancho Marcén,

---

\* Laboratorio de Paleoecología Humana, Universidad Nacional de Cuyo-CONICET. duranvic2@gmail.com

\*\* Instituto de Geografía. Universidad Nacional de Cuyo. raulmikkan@gmail.com

\*\*\* Laboratorio de Paleoecología Humana, Universidad Nacional de Cuyo-CONICET. ramidus28@gmail.com

\*\*\*\* Northeastern Illinois University. m-giesso@neiu.edu

\*\*\*\*\* Laboratorio de Paleoecología Humana, Universidad Nacional de Cuyo-CONICET. glucero18@gmail.com



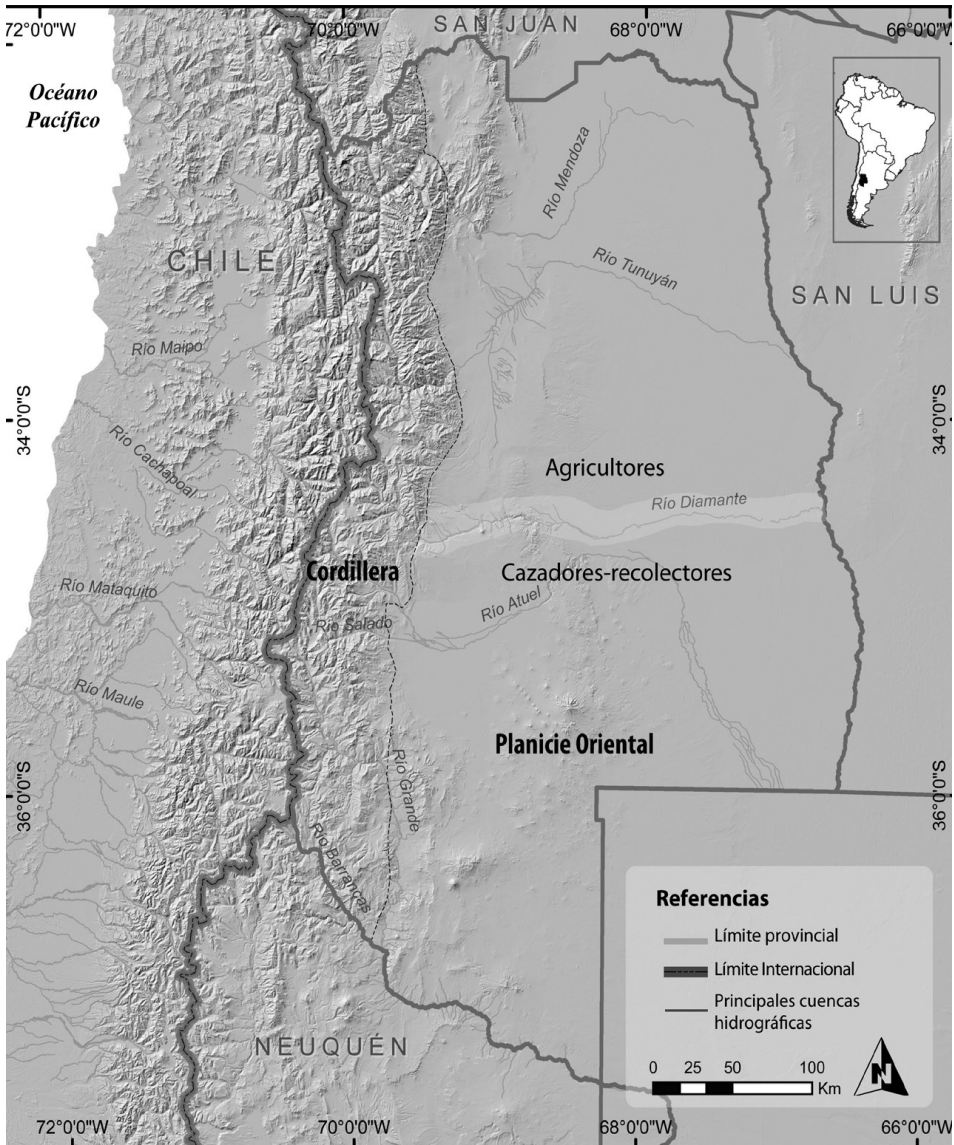


Figura 1. Ubicación geográfica de la provincia de Mendoza. Se ha destacado la cordillera y la planicie oriental. Esta última es la expresión más septentrional de la Patagonia Argentina.

Durán y Mikkan, 2013). Con base en esos resultados y en información geocronológica reciente (Amigo, Fierstein y Sruoga, 2012; Germa, Quidelleur, Guillot y Tchilinguirian, 2010; Espanon, Honda y Chivas, 2013; Marchetti, Hynek y Cerling, 2014; Singer *et al.*, 2014), se reconsideran las propuestas de Durán y Mikkan (2009), referidas a la cronología y cuantificación del impacto de los eventos volcánicos sobre el ambiente, y se vuelven a discutir las hipótesis generadas para explicar las discontinuidades temporales y disparidades regionales observadas en los registros arqueológicos del sur de Mendoza.

## Síntesis del proceso de poblamiento humano del sur de Mendoza

En el momento de la conquista española, sociedades de cazadores-recolectores habitaban los distintos ambientes del sur de la provincia de Mendoza. La documentación de los primeros siglos de contacto uniforma a estas sociedades bajo el nombre de *puelches*. Se trataba de grupos adaptados a los ambientes de estepa patagónica, propios de la planicie oriental, que tenían una alta movilidad y mantenían vínculos y redes de intercambio con sociedades de ambas vertientes cordilleranas, de las llanuras orientales y del norte de Mendoza (Durán, 2000).

Los orígenes de estas sociedades se remontan al límite Pleistoceno-Holoceno (12 000-10 000 años AP), cuando se produce la exploración y colonización inicial de algunas regiones del área por parte de cazadores-recolectores. Al usarse los términos *exploración* y *colonización*, se les otorga el sentido propuesto por Borrero (1994-1995). El registro arqueológico de este período es escaso y sugiere para esas sociedades áreas de explotación muy amplias (Lagiglia, 1997; García, 2003; Neme y Gil, 2008).

El fin del Holoceno Temprano (9000-8000 años AP) y el inicio del Holoceno Medio (8000-7000 años AP) muestran, en cambio, una mayor cantidad de registros, tanto en ambientes cordilleranos como de la Planicie Oriental. Se han descubierto sitios en cuevas, con fechados radiocarbónicos correspondientes a ese período, en los valles de los ríos Grande y Atuel (Gambier, 1985; Neme, 2007) y en La Payunia —Planicie Oriental— (Gil, 2006). También aparecen, en distintos ambientes de la región, numerosos registros superficiales atribuibles a ese tiempo por tipología de artefactos líticos, pero que no cuentan con cronologías absolutas (Lagiglia, 1997). Para este lapso, se mantiene la idea de que las sociedades tenían una alta movilidad, y que podían incluso haber aprovechado ambientes y recursos de ambas vertientes de la cordillera (Gambier, 1985; Massone, Jackson, Valdés y Cumsille, 1994).

Durante el resto del Holoceno Medio (7000-4000 años AP), parecen haberse abortado en la región los procesos de colonización iniciados. Solo se cuenta con dos registros de alrededor del año 5500 AP, para las cuencas cordilleranas de los ríos Salado y Atuel. Se ha propuesto que esta disminución drástica de registros está directamente vinculada con una crisis ambiental provocada por el aumento de la aridez, que caracteriza al período, y que los ambientes de las planicies orientales fueron los más afectados por este fenómeno (Gil, 2006; Neme y Gil, 2008).

Para la primera mitad del Holoceno Tardío (4000-2000 años AP), se han obtenido registros que parecen corresponder a una nueva etapa de colonización. Predominan claramente los de ambientes cordilleranos —valles de los ríos Grande, Salado y Atuel— (Durán, 2000; Neme, 2007; Campos, Cortegoso y Mazzanti, 2006) sobre los extra-cordilleranos —solo un contexto funerario en Gruta del Indio— (Lagiglia, 1997). También, en este caso, podría tratarse de grupos humanos con una alta movilidad y un conocimiento acabado de los recursos de cada ambiente (Durán *et al.*, 2004).

Hacia los años 2000-1000 AP, se produce una transformación en las sociedades que ocupaban el sur de Mendoza. Se ha planteado que los cambios en los patrones de asentamiento y modos de subsistencia observados en los registros arqueológicos de la región pueden indicar una intensificación en la explotación de recursos. De acuerdo con esta propuesta, como consecuencia de un aumento demográfico y de la territorialidad, se había entrado en una etapa de ocupación efectiva del espacio (en el sentido de Borrero, 1994-1995), en la cual se necesitó incorporar nuevas tecnologías para hacer un aprovechamiento más intensivo de los recursos naturales. Una situación de saturación del espacio habría obligado a ocupar entonces ambientes con una oferta menor: los sectores más áridos de la Planicie Oriental y las tierras altas de la cordillera (Neme, 2007; Gil, 2006; Neme y Gil, 2008).

Con una orientación semejante, se ha propuesto que, al aumentar la territorialidad y disminuir el tamaño de los territorios, pudo darse la adaptación de algunos grupos a los ambientes patagónicos orientales y de otros a los pedemontanos y cordilleranos de ambas vertientes de los Andes; en algunos casos, los ríos funcionaron como límites inter-étnicos (Durán, 2000).

Sobre estos temas, Borrero (2002) asume una posición distinta al dudar de que se haya dado un proceso de intensificación. Según el mismo autor, los registros cordilleranos y extra-andinos del sur de Mendoza reflejarían sistemas basados en una alta movilidad, por lo que considera que la saturación del espacio propuesta puede haber sido confundida con una ampliación de rangos.

## **La actividad volcánica holocénica desde una perspectiva geoarqueológica**

Del modelo arqueológico elaborado sobre el poblamiento humano de la región, a principios del 2000, se plantearon dos problemas que se consideraron relacionados con la actividad volcánica holocénica: el despoblamiento de amplios espacios de la Planicie Oriental durante el Holoceno Medio y la ocupación tardía de ambientes marginales (la Planicie Oriental y las tierras altas de cordillera) durante la segunda mitad del Holoceno Tardío. Para verificar si pudo haber sido el volcanismo una de las causas o la causa principal de la presencia de esas discontinuidades en el registro arqueológico, se propuso un plan de trabajo que se ocupó de obtener datos geológicos y geocronológicos de dos amplias áreas: la cuenca del río Grande en la Cordillera Principal y La Payunia en la Planicie Oriental (Durán y Mikkan, 2009).

## **Información geológica obtenida durante el siglo XX**

Durante el siglo XX, a partir de los estudios geológicos pioneros de Groeber (1929), se obtuvo un corpus de información importante sobre el volcanismo que caracteriza al sur de Mendoza (Llambías, 1966; González Díaz, 1972; Bermúdez y Delpino, 1990; Sruoga, Guerstein y Bermúdez, 1993). Toda la macro-región ha sido afec-



La mayoría de los autores consultados coinciden al afirmar que la actividad volcánica se ha mantenido a lo largo de todo el Holoceno. La asignación de algunas geoformas volcánicas de la Planicie Oriental (especialmente flujos de lava y depósitos de ignimbritas) a tiempos holocénicos y aún históricos fue inicialmente propuesta por Groeber (1929) y se mantuvo luego en los estudios geológicos hasta la década pasada (Bermúdez, Delpino, Frey y Saal, 1993; Inbar y Risso, 2001). Sin embargo, esas asignaciones cronológicas no se basaron en fechados absolutos, sino en inferencias derivadas de algunos rasgos geológicos externos de aquellas geoformas o al tener en cuenta, por ejemplo, el escaso desarrollo o ausencia de vegetación sobre las mismas. Ese nivel de imprecisión limitaba el uso de esta información en los modelos generados para explicar la evolución de los ambientes del sur de Mendoza durante el Holoceno y su relación con el proceso de poblamiento humano.

## **Propuestas geológicas y geoarqueológicas basadas en cronología absoluta (primera década del siglo XXI)**

### ***Volcanismo de arco en la cuenca del río Grande. Ubicación cronológica y caracterización química de tefras y de posibles focos de emisión***

Las lluvias de cenizas y lapillis, provenientes de los volcanes emplazados en la Cordillera del Límite, constituyen uno de los tipos de evento que ha impactado con mayor frecuencia la región durante el Holoceno. Aunque la mayor parte de esos volcanes se ubica del lado chileno, los vientos predominantes del oeste hacen que sea la vertiente oriental la más afectada por la acumulación de depósitos piroclásticos. Por causas diversas, estas lluvias de material piroclástico han provocado impactos de diferente grado en las distintas áreas. Solo en el sector más inmediato al valle del río Grande, se han registrado alrededor de 30 erupciones en tiempos históricos (Sruoga *et al.*, 1993). Entre ellas, se destaca la erupción explosiva del Quizapú de 1932, que cubrió de cenizas el sur de Mendoza (Abraham y Pietro, 1993; Sruoga *et al.*, 1993) y también partes importantes de la llanura pampeana.

Para la cuenca alta del río Grande, en la primera década de este siglo, se contaba con resultados de investigaciones geológicas (Naranjo y Haller, 2002) que describen y ubican cronológicamente eventos volcánicos de gran magnitud. Estos estudios ofrecen información sobre la actividad holocénica del Complejo Volcánico El Planchón-Peteroa, ubicado en el límite argentino-chileno. Naranjo y Haller definen allí cinco eventos de distinta naturaleza y magnitud y los ubican con cronologías absolutas: una lluvia y oleada piroclástica ( $7030 \pm 70$  años  $^{14}\text{C}$  AP), un depósito de pómez de caída ( $1050 \pm 90$  años  $^{14}\text{C}$  AP), una emisión de lavas (febrero de 1837, dato histórico) y dos lluvias de material piroclástico (febrero de 1991 y noviembre de 1998). En la misma zona, trabajos geológicos sobre glaciario holocénico refuerzan los datos cronológicos de los autores citados anteriormente y presentan información breve acerca de varios depósitos de lluvias de material piroclástico: el

depósito de pómez —ya mencionado— y dos a cinco eventos entre este último y el presente (Espizúa, 2005).

En cuevas de la región cordillerana y pedemontana del sur mendocino, la presencia de material piroclástico es prácticamente constante en los sedimentos que contienen restos de origen humano (Durán, 2000). En general, se trata de lapillis muy erosionados, retransportados por el viento y mezclados con arenas y limos de otros orígenes. No obstante, en algunos de esos sitios arqueológicos y en otros geológicos, se han depositado tefras en posición primaria, que permiten determinar las cronologías y magnitudes de los eventos volcánicos explosivos que las produjeron. En busca de este tipo de registros paleoambientales, se trabajó entre los años 1990 y 2000, especialmente sobre la cuenca media del valle del río Grande, y se ubicaron allí tres sitios con niveles de lluvias de material piroclástico estratificados: Escuela de El Manzano (EEM), Cañada de Cachi-01 (CC) y Caverna de Las Brujas (CLB). El primero es un depósito geológico a cielo abierto, el segundo un alero con depósitos arqueológicos y el tercero una caverna profunda con depósitos arqueológicos en su boca y geológicos en su interior (Durán y Mikkan, 2009; Peña *et al.*, 2013).

Un corte del camino de acceso a la escuela y hostería de El Manzano ha dejado al descubierto un manto de lapillis y cenizas de más de tres metros de espesor. Sobre el mismo, se desarrolla una capa de sedimentos areno-limosos, de color pardo, que soporta una cobertura vegetal compuesta por arbustos de pequeño porte y herbáceas. Se desconocen los límites precisos de este depósito volcánico, que cubre varias hectáreas de la margen derecha del arroyo de El Manzano. Por el tipo de estratificación, tamaño de los clastos y escaso grado de erosión de los mismos, se ha inferido que la formación del depósito fue rápida. La visibilidad y la magnitud de este depósito volcánico hicieron que fuera el primero en ser estudiado al iniciarse los trabajos en la década del noventa (Durán, 2000). Para ubicarlo cronológicamente en forma directa, se decidió probar el método de termoluminiscencia. Este método no había sido utilizado hasta entonces con ese propósito en Argentina y tampoco en Chile, pero sí en otros países (Berger y Davis, 1992; entre otros). Para hacer este tipo de análisis, se trabajó desde entonces con el Laboratorio de Radioactividad y Termoluminiscencia, de la Facultad de Física, de la Pontificia Universidad Católica de Chile. El fechado obtenido ubica a este evento en el año  $TL\ 7195 \pm 200\ AP$  y lo hace relativamente contemporáneo a los primeros registros de ocupaciones humanas del valle del río Grande (Gambier, 1985).

Para probar la fiabilidad del método, se decidió fechar un mismo evento mediante termoluminiscencia y radiocarbono. En el sitio arqueológico Cañada de Cachi-01 (Durán, 2000; Durán y Mikkan, 2009), ubicado a menos de 3 km de EEM, se descubrió a 115 cm de profundidad una capa homogénea de cenizas y lapillis de alrededor de 10 cm de espesor. La misma se depositó entre dos niveles arqueológicos, que ubican a este evento dentro de un período comprendido

entre los años  $^{14}\text{C}$   $3200\pm 120$  y  $2260\pm 120$  AP. Se obtuvieron también directamente de la tefra (CC) dos fechados por termoluminiscencia de:  $2580\pm 250$  años AP y  $3060\pm 300$  años AP. Estos resultados, al ser concordantes con los radiocarbónicos, aseguran la validez del método.

La Caverna de Las Brujas es el sitio que ofrece la secuencia más completa de este tipo de eventos volcánicos. Se trata de una cueva de origen *kárstico*, en donde se efectuaron excavaciones en su boca y en uno de sus espacios internos mayores: la Sala de La Virgen (Peña *et al.*, 2013). A lo largo del Holoceno, esta sala ha actuado como una trampa de lluvias de material piroclástico. Bajo una rajadura, que presenta en su techo, se ha generado un depósito de más de 2,50 m de profundidad con tres niveles de tefras (Figura 3). Estas fueron fechadas por TL y se obtuvieron los siguientes resultados: tefra CLB-T1 –80 cm de espesor– ( $765\pm 200$  años AP), tefra CLB-T2 –35 cm de espesor– ( $4700\pm 500$  años AP) y tefra CLB-T3 –30 cm de espesor– ( $7780\pm 600$  años AP). Los estratos intercalados no presentaban restos de ocupaciones humanas. En cambio, sobre la línea de goteo de la boca de la caverna, se obtuvo un registro arqueológico de alrededor de dos metros de potencia (Campos *et al.*, 2006; Peña *et al.*, 2013), que se asienta sobre la tefra CLB-T4, de al menos 30 cm de espesor (Figura 3). De la misma, proviene un fechado por TL de  $5000\pm 550$  años AP.

Al haberse obtenido la ubicación cronológica de aquellos eventos, se intentó definir el grado de impacto de los mismos sobre el ambiente. Para ello, se hizo necesario localizar los focos de emisión de esas lluvias de material piroclástico. Se avanzó entonces sobre la caracterización química de las tefras fechadas y de un conjunto de muestras de lapillis, pómez e ignimbritas de origen explosivo, pro-

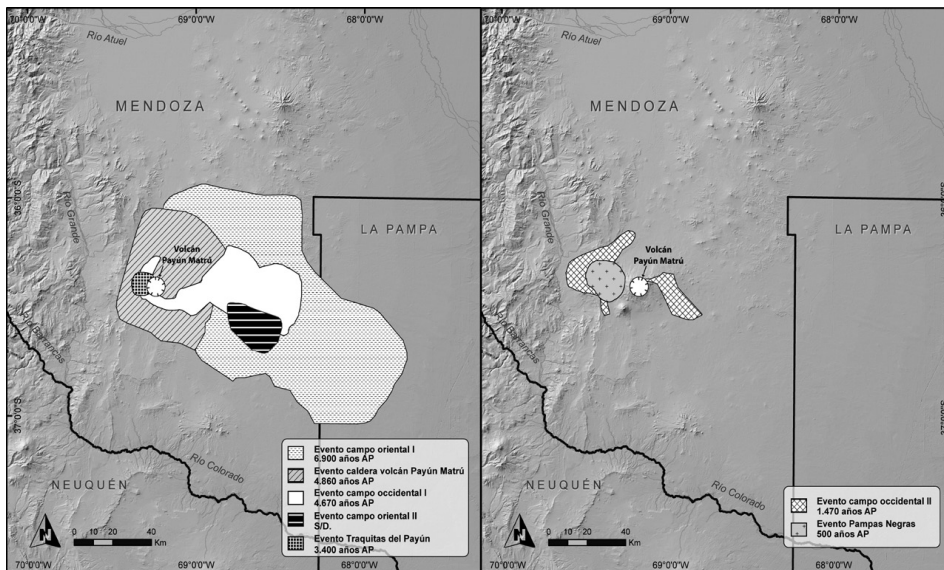


Figura 3. Eventos volcánicos holocénicos del volcán Payún Matrú con sus cronologías

venientes de volcanes ubicados en la Cordillera del Límite. También se realizó un muestreo de lapillis, pómez e ignimbritas en las proximidades de los volcanes Munizaga (Complejo Volcánico Laguna del Maule) y Planchón-Peteroa, y se analizaron tres muestras correspondientes a la erupción de 1932 del volcán Quizapú. Sobre las muestras de tefras, se efectuaron análisis por Activación de Neutrones (INAA) y por Fluorescencia de Rayos X (XRF); así como sobre las de lapillis, pómez e ignimbritas próximas a volcanes, solo XRF. Estos estudios fueron realizados en el Missouri University Research Reactor (MURR) y se publicaron en el trabajo de Durán y Mikkan (2009), por lo que no se repetirán en este análisis. Al haberse definido los focos de emisión posibles para el conjunto de tefras analizadas, a través de su caracterización química, para intentar inferir la magnitud de los impactos de estos eventos se tuvo en cuenta el espesor de las tefras y la distancia entre cada depósito y su foco (Tabla 1).

*Tabla 1 - Espesor, distancia a los focos de emisión y cronología de las tefras analizadas. ML-Complejo Volcánico Laguna del Maule; QZP-Volcán Quizapú*

Tefra	Espesor	Distancia	Fuente	Cronología
CLB-T1	80 cm	65 km	ML	765±200 años TL AP
CC	10 cm	60 km	ML	3060±300 años TL AP
CLB-T2	35 cm	95 km	QZP	4700±500 años TL AP
CLB-T4	>30 cm	95 km	QZP	5000±550 años TL AP
EEM	300 cm	60 km	ML	7195±200 años TL AP
CLB-T3	30 cm	95 km	QZP	7780±600 años TL AP

Cinco de las seis tefras parecen corresponder a catástrofes de gran importancia, algunas de ellas posiblemente superiores a la erupción del Quizapú del año 1932, considerada de magnitud IEV 5 (la máxima registrada para eventos volcánicos históricos en Chile). En el conjunto analizado, se destaca con claridad el evento EEM de hace aproximadamente 7200 años. Los casi tres metros de espesor de este depósito, ubicado a aproximadamente 60 km del foco de emisión (Complejo Volcánico Laguna del Maule), permiten inferir que produjo afectaciones graves en los ambientes andinos y extra-andinos del sur de Mendoza. Consecuencias menores pero también de gran magnitud debieron generar: el evento anterior CLB-T3, que dejó depósitos de alrededor de 30 cm a 95 km de su foco (probablemente, Complejo Descabezado-Quizapú), y dos posteriores del mismo complejo (tefras CLB-T2 y CLB-T4). Es de interés destacar que estas catástrofes naturales corresponden al Holoceno Medio y coinciden con un período que presenta una evidencia arqueológica mínima para ambientes de cordillera (Durán, 2000; Neme, 2007; Neme y Gil, 2008; Durán y Mikkan, 2009).



De las tefras analizadas, solo dos se ubican en el Holoceno Tardío (CC y CLB-T1). CLB-T1 corresponde a un mega-evento ocurrido hace alrededor de 700 años. El mismo dejó 80 cm de lapillis y cenizas a más de 65 km de su centro emisor, ubicado en el Complejo Volcánico Laguna del Maule. El área pudo haber visto afectada su productividad primaria al cubrirse de depósitos de caída, lo que debe haber impactado las economías de las sociedades de ambas vertientes, que hacían uso durante el verano de los recursos de los valles interandinos.

### ***Volcanismo de retro-arco. Actividad magmática holocénica en La Payunia***

El objetivo de este estudio fue realizar un levantamiento geomorfológico del Complejo Volcánico Payún Matrú, establecer las edades de los relieves volcánicos e inferir el impacto ambiental de los eventos eruptivos que generaron las geoformas (Mikkan, 2007; Durán y Mikkan, 2009).

La actividad en el Holoceno comenzó en el sector norte de Payunia y al oriente del volcán Payún Matrú (3715 m. s. n. m.), que se manifestó a través de conos monogénicos basálticos y extensas coladas tipo *pahoehoe*, que generaron un gran campo volcánico oriental. Las escorias de algunos de estos conos fueron datadas por termoluminiscencia y arrojaron una edad de  $6900 \pm 650$  años TL AP. La actividad holocénica continuó con la formación de la caldera del volcán Payún Matrú, (8,5 km este-oeste y 9 km norte-sur), acompañada por expulsión de ignimbritas que alcanzaron 40 km de distancia desde el borde de la caldera y cuya datación arrojó una edad de  $4860 \pm 400$  años TL AP.

Posteriormente, a partir de fracturas, nuevas coladas de basaltos se hacen presentes en el sector oriental del Matrú y, a su vez, por su sector occidental, se estructuran conos monogénicos con coladas *pahoehoe* y *aa* hace  $4670 \pm 450$  años TL AP, según dataciones efectuadas sobre escorias de conos.

La actividad magmática siguió con explosiones que arrojaron pómez dentro de la caldera y sobre los faldeos occidentales del Payún Matrú  $-3700 \pm 300$  años TL AP (UCTL, 1389); luego, con la emisión de coladas traquíticas que fluyeron por las vertientes datadas por TL, con una edad de  $3400 \pm 300$  años TL AP (UCTL, 1640). Una vez depositadas las pumitas, otro acontecimiento explosivo se manifiesta con la emisión de bombas traquíticas, que arrojaron  $1705 \pm 170$  años TL AP.

Por tercera vez, en la evolución del volcán Payún Matrú y sus relieves asociados, se produce la emisión de basaltos y piroclastos. En una fase inicial, se destacan coladas tipo *aa* provenientes de erupciones fisurales al pie del volcán, tanto en su sector oriental como occidental. Un segundo evento fisural hace su aparición con el desarrollo de conos monogénicos y lavas *aa* en los sectores orientales y occidentales. Al occidente, se edifica el volcán Santa María, con su colada denominada Escorial de la Media Luna (16,5 km de longitud), cuyas escorias arrojaron una edad de  $1470 \pm 120$  años TL AP.

Posteriormente, se establece un nuevo ciclo magmático en los bordes de la caldera del Matrú, que genera gran cantidad de coladas dómicas y bulbos lávicos. Las traquitas pertenecientes a las coladas fueron datadas por TL y muestran una antigüedad de  $445 \pm 45$  años AP.

Por último, el campo de lapillis Pampas Negras se relaciona con erupciones muy recientes. La distribución de los materiales de color negro eyectados del volcán Los Morados, al poniente del Payún Matrú, fue condicionada por el viento y el espesor varía desde centímetros a metros según la topografía y la cercanía al aparato emisor. Estos lapillis fueron datados mediante TL y arrojaron una edad de  $515 \pm 50$  años AP.

En suma, Payunia se caracteriza por formas del relieve producto de una actividad magmática de retroarco intensa y extendida en el tiempo. Las erupciones holocénicas se produjeron a lo largo de fracturas, con cientos de conos monogenéticos con sus coladas de lava. Estos eventos afectaron de distinta forma el ambiente, ya sea a través de los mecanismos efusivos o explosivos.

En la Tabla 2 y Figura 4, se ubican cronológicamente y espacialmente los eventos volcánicos mencionados y se cuantifican las superficies afectadas. Dentro de ellos, se destacan claramente los ocurridos durante el Holoceno Medio (Campo Oriental I, caldera del Payún Matrú y Campo Occidental I y Oriental II). El primero abarcó una superficie de más de 14 000 km<sup>2</sup>, casi la mitad de Payunia, al expulsar coladas de lava que impactaron especialmente las laderas orientales del complejo volcánico. Amplios espacios se cubrieron de espesos mantos basálticos, lo que debió afectar en forma catastrófica las comunidades vegetales y animales. A esa destrucción deben sumarse los efectos producidos por los incendios en las zonas

*Tabla 2. Cronología y características de los eventos eruptivos del Holoceno en la región volcánica La Payunia. \*Evento de amplia dispersión. + Evento local*

Edad TL (años AP)	Nombre del evento	Superficie afectada	Tipo
445±45	Coladas dómicas del Matrú		Efusivo-traquitas +
515±50	Pampas Negras	1000 km <sup>2</sup>	Explosivo-lapillis *
1470±120	Campo Occidental II	1500 km <sup>2</sup>	Efusivo basáltico *
Sin datar	Campo Oriental III		Efusivo basáltico *
1705±170	Bombas de la Caldera del Matrú		Explosivo +
3400±300	Traquitas del Matrú		Efusivo +
3700±300	Pómez del Volcán Payún Matrú		Explosivo +
4670±450	Campo Occidental I y Oriental II	1600 km <sup>2</sup>	Efusivo basáltico +
4860±400	Caldera del Payún Matrú	2000 km <sup>2</sup>	Explosivo-ignimbritas *
6900±600	Campo Oriental I	14 000 km <sup>2</sup>	Efusivo basáltico *

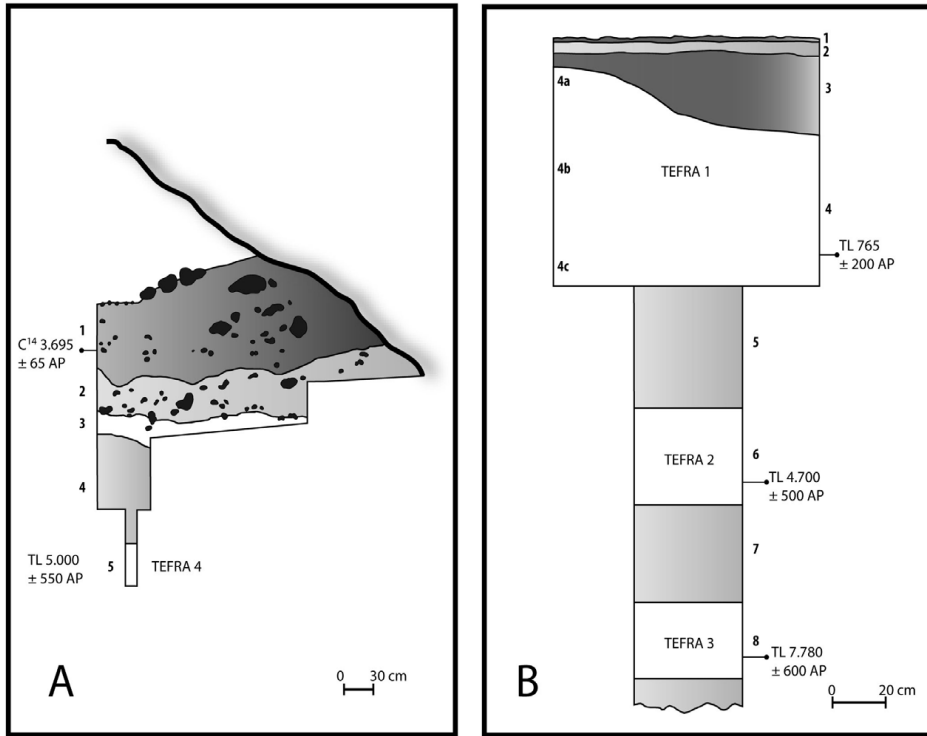


Figura 4. Ubicación y cronología de las tefras de Caverna de Las Brujas. A. Boca de la caverna y Sala de La Virgen.

adyacentes, sobre las que se desarrollaba una estepa arbustiva sumamente sensible a estos fenómenos.

Los siguientes eventos del Holoceno Medio, uno de naturaleza explosiva y el otro efusiva, generaron un enorme flujo de material piroclástico y lenguas de lava, que se desplazaron sobre los faldeos orientales y occidentales del Payún Matrú; estos provocaron efectos sobre el ambiente semejantes a los descritos en el caso anterior. Luego, durante el Holoceno Tardío, los eventos se hacen de menor magnitud y afectan sobre todo las laderas occidentales del complejo volcánico. Si bien son menores que los del período anterior, impactan grandes extensiones de terreno, que se cubren con mantos de lava y depósitos de caída. Algunos de estos paisajes tienen aún hoy una cubierta vegetal muy pobre y esparcida, en forma de parches.

### Propuestas geológicas basadas en cronología absoluta (segunda década del siglo XXI)

Muy poco después del artículo de Durán y Mikkan (2009), se publicó el trabajo de Germa (*et al.*, 2010), en el que se hace un estudio geocronológico y geoquímico del campo volcánico Payún Matrú. Allí se definen fechas absolutas, a través de K-Ar, para el inicio de la formación del estrato volcán (alrededor de 300 ka), para la

erupción que generó la Caldera del Payún Matrú y para eventos posteriores que se muestran en la Tabla 3. En esta misma tabla, se han incluido también los resultados geocronológicos obtenidos para el sector noroeste del mismo campo volcánico por Marchetti (*et al.*, 2014), utilizando  $^3\text{He}$  cosmogénico, y por Espanon (*et al.*, 2014), utilizando  $^3\text{He}$  y  $^{21}\text{Ne}$  cosmogénicos.

En los últimos años, se hicieron también avances geocronológicos importantes para el Complejo Volcánico Laguna del Maule. En la tabla 4, se vuelca información cronológica generada por Amigo (*et al.*, 2012), con base en fechados  $^{14}\text{C}$ , y por Singer (*et al.*, 2014), con base en fechados  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$ , que se la compara con la obtenida por Durán y Mikkan (2009).

Tabla 3. Cronología obtenida en la última década en La Payunia.  
Datos contrastados con los de Durán y Mikkan (2009)

Nombre del evento según Durán y Mikkan (2009)	Durán y Mikkan (2009). TL	Germa ( <i>et al.</i> , 2010). K-Ar.	Marchetti ( <i>et al.</i> , 2014). $^3\text{He}$	Espanon ( <i>et al.</i> , 2014). $^3\text{He}$ - $^{21}\text{Ne}$
Coladas dómicas del Matrú	0,445 ka			
Pampas Negras	0,515 ka			4,4 ka 6,6 ka
Campo Occidental II	1,47 ka		2±2 ka	2,4 ka 9,5 ka
Campo Oriental III	Sin datar			
Bombas de la caldera del Matrú	1,7 ka			
Traquitas del Matrú	3,4 ka	Menor de 7 ka		
Pómez del volcán Payún Matrú	3,7 ka	37 ka		
Campo Occidental I y Oriental II	4,67 ka	15 ka 26 ka 28 ka	41ka 43ka	30,1 ka 48,2 ka
Caldera del Payún Matrú	4,86 ka	Entre 82 y 168 ka		
Campo Oriental I	6,9 ka			

Tabla 4. Cronología de erupciones explosivas holocénicas del Complejo Volcánico Laguna del Maule. Datos contrastados con los de Durán y Mikkan (2009)

Durán y Mikkan (2009). TL	Amigo ( <i>et al.</i> , 2012). $^{14}\text{C}$	Singer ( <i>et al.</i> , 2014). $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$
0,76 ka-CLB-Tefra1		
2,58 ka-Tefra CC	3,2 ka	2,2 ka
3,06 ka-Tefra CC	4,0 ka	3,5 ka
7,2 ka- Tefra EEM	7,0 ka	6,4 ka

## Discusión

Los aportes geocronológicos realizados en la última década para La Payunia y la cuenca del río Grande requieren de una pequeña discusión sobre el grado de confianza que se le puede asignar a los métodos de datación utilizados. Para La Payunia no se ha podido encontrar, hasta el presente, material orgánico asociado a un depósito volcánico que permita manejar un fechado radiocarbónico no discutible. Ante esta imposibilidad, Durán y Mikkan (2009) recurrieron al uso de la termoluminiscencia y obtuvieron nueve fechados que muestran coherencia interna y ubican en el Holoceno una serie de eventos volcánicos, entre los que se destaca una erupción explosiva de gran magnitud que habría generado hace alrededor de 4700 años la caldera del Payún Matrú. Fechados posteriores, realizados utilizando K-Ar (Germa *et al.*, 2010), que tienen también coherencia interna, ubican a ese evento entre los 168 y 82 ka y a otros con fechas comprendidas entre los 37 y 7 ka (Tabla 3). Estos fechados de K-Ar han sido aceptados por la comunidad geológica y hoy se toma como cierta, para la generación de la caldera, una fecha próxima a los 80 ka (Llambías, Bertotto, Risso y Hernando, 2010). Un argumento en contra de esta fecha consensuada es el de la ausencia de rasgos criogénicos en el interior de la caldera. Aunque el Payún Matrú se encuentre en una zona árida, tiene alrededor de 3700 m. s. n. m., aún se carga de nieve en la actualidad al recibir temporales invernales y es de esperarse que haya sufrido procesos criogénicos durante el Último Máximo Glacial (hace alrededor de 18 ka) si existía entonces. Por otra parte, los estudios geocronológicos realizados por Marchetti (*et al.*, 2014), utilizando  $^3\text{He}$  cosmogénico, también muestran disparidades con los resultados de Germa (*et al.*, 2010), aunque en este caso marcan un posible rejuvenecimiento de las fechas K-Ar. Es sin dudas el trabajo de Espanon (*et al.*, 2014) el que hace la advertencia más concreta sobre los inconvenientes del uso de K-Ar y de  $^3\text{He}$  y  $^{21}\text{Ne}$  cosmogénicos para fechar eventos volcánicos holocénicos. Según estos últimos autores, fechas de menos de 5 ka se hacen altamente imprecisas.

Ante lo expuesto, se defiende la consistencia de los fechados obtenidos por termoluminiscencia. Pero no se niega la posibilidad de que sean erróneas las próximas a 5000 años y más antiguas, cuyas formaciones geológicas muestran fechas muy superiores al haberse analizado con otros métodos.

En lo referido a los fechados directos de tefras por termoluminiscencia, en la cuenca del río Grande, se ha podido probar su correspondencia con fechados radiocarbónicos: en un caso con fechados  $^{14}\text{C}$  sub y suprayacentes a una tefra datada por TL (tefra CC); en otro, con un fechado  $^{14}\text{C}$  suprayacente pero sin contacto directo con la tefra (la tefra 4 de CLB tiene un fechado  $^{14}\text{C}$  mil años más reciente a un metro por encima). Por otra parte, se da una correspondencia cronológica clara entre dos de los tres eventos explosivos que fechan por  $^{14}\text{C}$  Amigo (*et al.*, 2012) para el Complejo Volcánico Laguna del Maule con las tefras CC y EEM. Es de interés destacar que el evento de 7000 años ha sido descrito por Amigo (*et al.*,

2012) como uno de gran magnitud, que dejó depósitos de más de 2 m a 40 km del centro emisor, algo similar a lo expresado para la tefra EEM. Por otra parte, se da también una relativa concordancia con la cronología obtenida a través de  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  por Singer (*et al.*, 2014) para erupciones holocénicas del Complejo Volcánico Laguna del Maule (Tabla 4).

Una vez tratado el tema de la geocronología volcánica holocénica, se puede avanzar sobre la discusión de la incidencia del volcanismo sobre el proceso de poblamiento humano del extremo noroeste de la Patagonia Argentina. La información geoarqueológica obtenida, tanto para las planicies orientales como para la cordillera, muestra claramente que se dio una mayor recurrencia de eventos volcánicos catastróficos durante el Holoceno Medio. Algunos de ellos tuvieron características extraordinarias, afectaron amplios espacios e incluso generaron nuevos ambientes. En lo que se refiere a las lluvias de material piroclástico, podría considerarse que los períodos de recuperación de los ecosistemas afectados son relativamente rápidos, aun ante un evento de enorme amplitud como el que generó la tefra EEM, por lo que no se explican un despoblamiento de milenios. Los estudios biológicos efectuados luego de la erupción de 1991 del volcán Hudson, en Patagonia meridional, son claros al respecto (Pearson, 1994; Saba y de Lamo, 1994; entre otros). Pero si se tiene en cuenta que estos eventos fueron recurrentes y que coincidieron con el impacto de enormes emisiones de lavas y flujos piroclásticos del Complejo Volcánico Payún Matrú, cobra entonces fuerza la posibilidad de que haya sido el volcanismo la causa principal de la escasez de registros arqueológicos para este período, especialmente en las planicies orientales. Estas planicies sufrieron una modificación profunda. Se cubrieron con espesos mantos de lavas, ignimbritas y lluvias de material piroclástico (Mikkan, 2007; Durán y Mikkan, 2009), por lo que se desestructuraron las comunidades vegetales y animales preexistentes. A este empobrecimiento en la oferta de recursos, contribuyeron también los largos ciclos de aridez que caracterizan al período (Zárate, 2002) y que pudieron hacer demorar por milenios la recuperación de la productividad.

Por lo expuesto, se considera viable un modelo de poblamiento que compatibiliza las hipótesis del aumento de la aridez (Gil, 2006) con la del volcanismo holocénico (Durán y Mikkan, 2009). En el mismo se asume que en las planicies orientales, a raíz del impacto del volcanismo y la aridez, se abortó la etapa de exploración/colonización iniciada en el Holoceno Temprano (Gil, 2006). Luego de un período de varios milenios de recuperación o de reacomodamiento ambiental, se daría una nueva etapa de exploración/colonización al finalizar la segunda mitad del Holoceno Tardío.

Tampoco puede descartarse la posibilidad de que la ausencia de registros arqueológicos sea la consecuencia de la destrucción o el ocultamiento de los mismos por acción de los eventos catastróficos descritos. Esta posibilidad funcionaría

tanto para las planicies orientales como para la cordillera. Para esta última, los estudios de Naranjo y Haller (2002), de Amigo (*et al.*, 2012) y de Singer (*et al.*, 2014) muestran que las erupciones explosivas de los volcanes de los Complejos Planchón-Peteroa y de la Laguna del Maule afectaron áreas extensas. En este último ambiente, hay que sumar a los eventos volcánicos la acción transformadora de los avances glaciares holocénicos (Espizúa, 2005).

El otro grupo de problemas al cual se busca contrastar con información geoarqueológica corresponde a la última mitad del Holoceno Tardío. Los datos geoarqueológicos y cronológicos admiten la posibilidad de que haya sido recién alrededor del 2000 AP, cuando el oriente de La Payunia se recuperó del impacto de las catástrofes volcánicas del Holoceno Medio y alcanzó las características ambientales que hoy presenta y que lo hizo adecuado para una ocupación humana más recurrente. Siguiendo esta línea de razonamiento, no es necesario recurrir a la idea de que la colonización de las planicies orientales se inició al saturarse de población regiones próximas más productivas (Neme y Gil, 2008). Se considera, en cambio, que fue un condicionante externo a los sistemas socioculturales lo que hizo que se recuparan esos espacios (el haber alcanzado las planicies orientales una productividad semejante a la de regiones vecinas). En este sentido, la propuesta de Borrero sobre una ampliación de rangos en la explotación de recursos puede funcionar mejor para explicar su ocupación tardía.

En lo que se refiere a la problemática de las tierras altas de cordillera, es necesario discutir la validez de considerarlas ambientes marginales y de asumir que fue por ello que se ocuparon en forma tardía (Neme, 2007). Su oferta estacional de recursos es fundamental para la supervivencia de sociedades con economías de caza y recolección y agro-pastoriles, que complementan bienes provenientes de tierras altas, medias y bajas en ambientes andinos. La adaptación a este tipo de ambientes se basa en la complementación de recursos provenientes de distintos pisos altitudinales (Murra, 1972). Ninguno de estos pisos es marginal en relación a los otros, ya que la oferta de cada uno de ellos es imprescindible para el funcionamiento de las sociedades que viven en esos espacios. La recurrencia, a lo largo de todo el Holoceno, del uso de fuentes de obsidiana ubicadas en tierras altas de cordillera prueba que estos ambientes fueron conocidos desde un principio (Cortegoso *et al.*, 2014) y que no parecen haber funcionado como una última opción, tanto para las sociedades de una como de otra vertiente de la cordillera.

Si se está de acuerdo con lo anterior, podría considerarse que la baja presencia de registros arqueológicos correspondientes al Holoceno Medio y Tardío inicial, en tierras altas de cordillera, es una consecuencia del ocultamiento o la destrucción de los mismos, por causas del volcanismo, los avances glaciales o los procesos erosivos o de depositación, generados por agentes diversos. Cabe preguntarse, entonces, por qué el volcanismo de la última mitad del Holoceno Tardío y los avances de la Segunda y Tercera Neoglaciación no afectaron del mismo modo los

registros arqueológicos correspondientes a este período. Probablemente, porque esos eventos fueron de menor magnitud, menos recurrentes y quizás, para el caso del volcanismo, más focalizados (con una posible excepción para el caso del evento CLB-T1). También debe tenerse en cuenta el menor tiempo transcurrido, lo que favorece la conservación y la visibilidad de los registros más modernos. Visibilidad que se ve aumentada para sitios de la segunda mitad del Holoceno Tardío, ya que se trata de conjuntos de estructuras pircadas (Lagiglia, 1999; Durán, Neme, Cortegoso y Gil, 2006; Neme, 2007).

## Conclusión

Se han seguido en este trabajo perspectivas vinculadas a la arqueología ambiental (Dincauze, 2000) o contextual (Butzer, 1989), que consideran que, para entender el funcionamiento y explicar los cambios de las sociedades humanas, estas deben observarse como parte de ecosistemas. Ecosistemas que deben ser abordados desde la óptica de una arqueología interdisciplinaria. Para la problemática específica del poblamiento humano del extremo noroeste de la Patagonia argentina, se ha tenido especialmente en cuenta cómo pudo haber afectado el volcanismo holocénico a los ambientes de aquella región y, por ende, a sus ocupantes humanos. Se cree haber contribuido con información útil para entender la evolución de esos ambientes y discutir los cambios y continuidades de su proceso de poblamiento humano. Se espera que este trabajo sirva también para planificar acciones tendientes a mitigar el impacto de eventos volcánicos futuros.

## Agradecimientos

Esta investigación se ha desarrollado en el marco de proyectos y un programa de la Secretaría de Ciencia, Técnica y Posgrado de la Universidad Nacional de Cuyo y de proyectos del CONICET y de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica. Al realizar los trabajos de campo, se contó con la colaboración de la Dirección de Recursos Naturales del Gobierno de la Provincia de Mendoza y de la Gendarmería Nacional. Agradecemos a estas instituciones y, especialmente, a los organizadores del III Taller de Geoarqueología Latinoamericana.

## Bibliografía

- Abraham, E. y Prieto, M. (1993). Vulcanismo y procesos de desertificación en el sur de Mendoza. La erupción del Quizapú de 1932 y sus efectos ambientales. En *Primeras Jornadas Nacionales de Vulcanología, Medio Ambiente y Defensa Civil* (45-53). Buenos Aires: Asociación Geológica de Mendoza-Ministerio del Interior, Ministerio de Medio Ambiente de Mendoza y Subsecretaría de Ciencia y Técnica.
- Amigo, A., Fierstein, T. y Sruoga, P. (2012). Avances en el estudio tefrocronológico del Complejo Volcánico Laguna del Maule. Congreso Geológico Chileno N.º 13. Antofagasta, Chile.
- Berger, G. y Davis, J. (1992). Dating volcanic ash by thermoluminescence: test and application. *Quaternary International*, 13-14, 127-130.
- Bermúdez, A. y Delpino, D. (1990). La provincia basáltica andino cuyana. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, XLIV (1-4) (1989), 35-55.



- Bermúdez, A., Delpino, D., Frey, F. y Saal, A. (1993). Los basaltos de retroarco extraandinos. En Ramos V. (Ed.), *Geología y Recursos Naturales de Mendoza. Relatorio de XII Congreso Geológico Argentino* (161-172). Buenos Aires.
- Borrero, L. (1994-95). Arqueología de la Patagonia. *Palimpsesto*, 4, 9-69.
- Borrero, L. (2002). Arqueología y biogeografía humana en el sur de Mendoza (comentario crítico). En A. Gil y Neme, G. (Eds.), *Entre Montañas y Desiertos. Arqueología del Sur Mendocino (195-202)*. Buenos Aires: Sociedad Argentina de Antropología.
- Butzer, K. (1989). *Arqueología una ecología del hombre*. Barcelona: Ediciones Bellaterra.
- Campos, G., Cortegoso, V. y Mazzanti, C. (2006). Estrategias tecnológicas y cambios en el uso de los recursos líticos. Caverna de Las Brujas, Malargüe. Mendoza. En Durán, V. y Cortegoso, V. (Eds.), *Arqueología y Ambiente de Áreas Naturales Protegidas de la Provincia de Mendoza* (33-52). Volumen especial de la Revista Anales de Arqueología y Etnología. N.º 61. Mendoza.
- Cortegoso, V., Glascock, M., De Francesco, A., Durán, V., Neme, G., Gil, A., Giesso, M., Sanhueza, L., Cornejo, L. y Bocci, M. (2014). Chemical characterization of obsidian in west-central Argentina and Central Chile: archaeological problems and perspectives. En Kligmann, D. y Morales, M. (Eds.), *Physical, chemical and biological proxies in argentine archaeology: theory, methods and applications* (17-26). Oxford: British Archaeological Reports.
- Dincauze, D. (2000). *Environmental Archaeology. Principles and Practice*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Durán, V. (2000). *Poblaciones Indígenas de Malargüe. Su arqueología e historia*. Serie Libros N.º 1. Mendoza: CEIDER.
- Durán, V., Giesso, M., Glascock, M., Neme, G., Gil, A. y Sanhueza, L. (2004). Estudio de fuentes de aprovisionamiento y redes de distribución de obsidiana durante el Holoceno tardío en el sur de Mendoza (Argentina). *Estudios Atacameños*, 28, 25-43.
- Durán, V., Neme, G., Cortegoso, V. y Gil, A. (2006). Arqueología del Área Natural Protegida Laguna del Diamante (Mendoza, Argentina). *Revista Anales de Arqueología y Etnología*, 61, 81-134.
- Durán, V. y Mikkan, R. (2009). Impacto del volcanismo holocénico sobre el poblamiento humano del sur de Mendoza (Argentina). *Revista Intersecciones en Antropología*, 10, 295-310.
- Espanon, V., Honda, M. y Chivas, A. (2014). Cosmogenic  $^3\text{He}$  and  $^{21}\text{Ne}$  surface exposure dating of young basalts from Southern Mendoza, Argentina. *Quaternary Geochronology*, 19, 76-86.
- Espízua, L. (2005). Holocene glacier chronology of Valenzuela Valley, Mendoza Andes, Argentina. *The Holocene*, 17(7), 1079-1085.
- Gambier, M. (1985). *La Cultura de los Morrillos*. San Juan: Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Museo.
- García, E. (2003). *Los Primeros Pobladores de Los Andes Centrales Argentinos*. Mendoza: Zeta Editores.
- Germa, A., Quidelleur, P., Guillot, P. y Tchilinguirian, P. (2010). Volcanic evolution of the back-arc Pleistocene Payun Matru Volcanic Field (Argentina). *Journal of South American Earth Sciences*, 29, 717-730.
- Gil, A. (2006). *Arqueología de La Payunia (Mendoza, Argentina)*. Oxford: British Archaeological Reports.
- González, E. (1972). *Descripción geológica de la Hoja 30 d Payún Matrú, provincia de Mendoza*. Boletín 130. Buenos Aires: Dirección Nacional de Geología y Minería.
- Groeber, P. (1929). *Líneas fundamentales de la geología del Neuquén, Sur de Mendoza y regiones adyacentes*. Publicaciones 58. Buenos Aires: Dirección de Minas de la Nación.
- Inbar, M. y Risso, C. (2001). Holocene yardangs in volcanic terrains in the Southern Andes, Argentina. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26, 657-666.
- Lagiglia, H. (1997). Arqueología Prehistórica del Atuel y Diamante. *Revista del Centro de Integración Territorial (CINTER)*, 2, 29-46.
- Lagiglia, H. (1999). *Arqueología de Cazadores-Recolectores Cordilleranos de Altura*. Mendoza: ICN. Ediciones Ciencias y Arte.
- Llambías, J. (1966). *Geología y Petrografía del volcán Payún Matrú*. Acta Geológica Lilloana. Tomo VIII. Tucumán: Instituto Miguel Lillo.

- Llambías, E., Bertotto, G., Risso, C. y Hernando, I. (2010). El volcanismo cuaternario en el retroarco de Payenia: una revisión. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 67(2), 278-300.
- Marchetti, D., Hynek, S. y Cerling, T. (2014). Cosmogenic  $^3\text{He}$  exposure ages of basalts flows in the north western Payun Matru Volcanic Field, Mendoza Province, Argentina. *Quaternary Geochronology*, 19, 67-75.
- Massone, M., Jackson, D., Valdés, C., y Cumsille, S. (1994). Sitios arqueológicos prehispánicos en el área de protección Radal Siete Tazas. En Massone, M. y Seguel, R. (Comps.), *Patrimonio Arqueológico en Áreas Silvestres Protegidas* (37-61). Santiago de Chile: Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos, Centro de Investigaciones Diego Barros Arana.
- Mikkan, R. (2007). *Geomorfología volcánica de la Reserva La Payunia. Malargüe, Mendoza, Argentina*. Mendoza: Editorial Zeta.
- Murra, J. (1972). *El control vertical de un máximo de pisos ecológicos en la economía de las sociedades andinas*. Huánuco: Universidad Hermilo Valdizan.
- Naranjo, J. y Haller, M. (2002). Erupciones holocenas principalmente explosivas del volcán Planchón, Andes del Sur (35° 15' S). *Revista Geológica de Chile*, 29(1), 93-113.
- Neme, G. (2007). *Cazadores-recolectores de altura en los Andes meridionales*. Oxford: BAR Internacional Series 1591.
- Neme, G. y Gil, A. (2008). Biogeografía Humana en los Andes Meridionales: Tendencias Arqueológicas en el Sur de Mendoza. *Chungara*, 40(1), 5-18.
- Pearson, O. (1994). The impact of an eruption of Volcán Hudson on small mammals in Argentine Patagonia. *Mastozoología Neotropical*, 1(2), 103-112.
- Peña Monné, J., Sancho Marcén, C., Durán, V. y Mikkan, R. (2013). Geoarchaeological reconstruction of Caverna de Las Brujas (Mendoza, Argentina) for the planning of the archaeological intervention. *Quaternary International*, 308-309, 265-272.
- Ramos, V. y Nullo, F. (1993). El volcanismo de arco cenozoico. En Ramos V. (Ed.), *Geología y Recursos Naturales de Mendoza. Relatorio XII Congreso Geológico Argentino* (149-160). Buenos Aires: Akian Gráfica Editora.
- Saba, S. y de Lamo, D. (1994). Dynamic responses of mammals to the eruption of Volcán Hudson. *Mastozoología Neotropical*, 1 (2), 113-122.
- Singer, B., Andersen, N., Le Mével, H., Feigl, K., De Mets, Ch., Tikoff, B., Thurber, C. y Jicha, B. (2014). Dynamics of a large, restless, rhyolitic magma system at Laguna del Maule, southern Andes, Chile. *GSA Today*, 24(12), 4-9.
- Sruoga, P., Guerststein, P. y Bermúdez, A. (1993). Riesgo volcánico. En Ramos V. (Ed.), *Geología y Recursos Naturales de Mendoza. Relatorio XII Congreso Geológico Argentino* (659-668). Buenos Aires: Akian Gráfica Editora.
- Zárate, M. (2002). Los ambientes del Tardiglacial y Holoceno en Mendoza. En Gil, A. y Neme, G. (Ed.). *Entre montañas y desiertos. Arqueología del sur de Mendoza* (9-42). Buenos Aires: Publicaciones de la Sociedad Argentina de Antropología.

# Impacto de las erupciones volcánicas durante los últimos 12 000 años en la región del Cauca Medio, centro-occidente de Colombia: aportes de la Geoarqueología y gestión del riesgo al conocimiento de interacciones milenarias naturaleza-cultura

---

*Martha Cecilia Cano Echeverri\** y  
*Carlos Eduardo López Castaño\*\**

## Introducción

Por muchos años, el área conocida como Región Arqueológica del Cauca Medio o Región Quimbaya —localizada en el centro-occidente de Colombia— ha aportado con datos arqueológicos referidos a cultura material, correspondiente a grupos de tipo cacical, con destacados objetos de metalurgia cuidadosamente elaborados en oro y tumbaga, así como una fina alfarería. No obstante, además de la determinación del florecimiento de dos periodos agroalfareros, se debe mencionar que esta misma región ha sido testigo de impactos fuertes de explosiones volcánicas, con efectos regionales y colaterales a lo largo del tiempo.

En las últimas dos décadas, el desarrollo de proyectos de arqueología preventiva, asociados a obras de infraestructura vial y energética del país, ha hecho posible contar con registros de hallazgos arqueológicos milenarios en el sector medio de la cuenca del río Cauca. De esta manera, se han podido formular preguntas sobre los paleoambientes y los impactos volcánicos, en relación con los primeros pobladores y los distintos procesos temporales de ocupación cultural. Así, en la vertiente occidental de la Cordillera Central de los Andes, en al menos nueve municipios, han sido descubiertos científicamente diferentes conjuntos de artefactos en piedra, los cuales fueron transportados culturalmente —usados y tallados— y sepultados alrededor de 1,50 a 2,70 m de profundidad. Se han obtenido secuencias estratificadas y resultados cronológicos, que alcanzan hasta el onceavo milenio en la base de la secuencia cultural. En contraste, las ocupaciones agroalfareras aparecen solo en el techo de la secuencia y no proyectan más allá de cuatro milenios antes del presente, hasta la época de la Conquista Española (Aceituno y Loaiza, 2007; Cano, 2008; Cano *et al.*, 2013; González y Barragán, 2001; Jaramillo, 2008; Proyecto Aerocafé, 2011; Restrepo, 2013).

---

\* Grupo Gestión en Cultura y Educación Ambiental. Laboratorio de Ecología Histórica y Patrimonio Cultural, Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Tecnológica de Pereira. [mcano@utp.edu.co](mailto:mcano@utp.edu.co)

\*\* Grupo Gestión en Cultura y Educación Ambiental. Laboratorio de Ecología Histórica y Patrimonio Cultural, Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Tecnológica de Pereira. [cel@utp.edu.co](mailto:cel@utp.edu.co)

En la última década, han surgido nuevas preguntas de investigación, más allá de conocer los desarrollos cerámicos, orfebres y líticos. Ahora interesa también el tener en cuenta la formación de los suelos a escala regional y local, así como los efectos producto de las erupciones, reconociendo principalmente el impacto de la caída de cenizas volcánicas procedentes del activo macizo volcánico Cerro Bravo-Cerro Machín de la Cordillera Central colombiana. En ese sentido, ha servido el desafortunado y triste ejemplo del desastre derivado de la reactivación de uno de sus volcanes, el Nevado del Ruiz, tras la erupción del 13 de noviembre de 1985, que dejó sepultado a un pueblo entero de cerca de 30 000 habitantes. Este caso abrió las puertas a nuevos enfoques disciplinares, que vienen aportando a la gestión del riesgo desde un aspecto preventivo con el que no contaba el país anteriormente (Hermelin, 2005; Rosales y Meyer, 2005).

Por lo tanto, así como en otras regiones del mundo, la geoarqueología puede hacer aportes fundamentales. Es posible mencionar los de algunos arqueólogos interesados en reconocer relaciones interdisciplinarias entre actividad volcánica y presencia humana, considerando la milenaria escala del tiempo cultural o histórico (entre otros, Grattan y Torrence, 2007; Mothes, 1998; Sheets y Mckee, 1994). El aporte de la geoarqueología es fundamental y necesario, en la medida en que considera los cambios en la geomorfología y los suelos, dependientes en este caso de los efectos y productos volcánicos. Esta perspectiva se torna de mayor interés para identificar el efecto de las erupciones sobre las poblaciones, ya que aborda directamente el análisis de sedimentos, suelos y el estudio tefraestratigráfico de los sitios arqueológicos.

## **Estudios y antecedentes vulcanológicos y paleoecológicos en el Cauca Medio**

En la Cordillera Central de los Andes, al centro-occidente de Colombia, se localiza un gran complejo volcánico, anteriormente denominado por Herd como Complejo Volcánico Ruiz-Tolima, en 1982, y redefinido por Méndez y Patiño (1994, 2003) como Complejo Volcánico Cerro Bravo-Cerro Machín (CVCB-CM). Su formación se relaciona con la dinámica del llamado «Cinturón de Fuego del Pacífico». Además del volcán Nevado del Ruiz (4°53'33"N 75°19'25"W, altura 5321 m. s. n. m.), recientemente se hace seguimiento, por parte del Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Manizales, del Servicio Geológico Colombiano, a varios cráteres de posible reactivación en el Macizo. Los volcanes Cerro Bravo, Nevado de Santa Isabel, Nevado del Tolima, Paramillo del Cisne, Paramillo del Quindío, Paramillo de Santa Rosa, Romeral y San Diego están actualmente definidos como volcanes activos y de comportamiento estable. Por su parte, los volcanes Nevado del Ruiz y Cerro Machín presentan nivel amarillo, con cambios en el comportamiento de la actividad volcánica. Desde el año 2012, este primero elevó la alerta de verde a amarilla, pasó a naranja y en una ocasión a roja, por presentar columna de ceniza debido a actividad eruptiva (30 junio de 2012) (Figura 1).

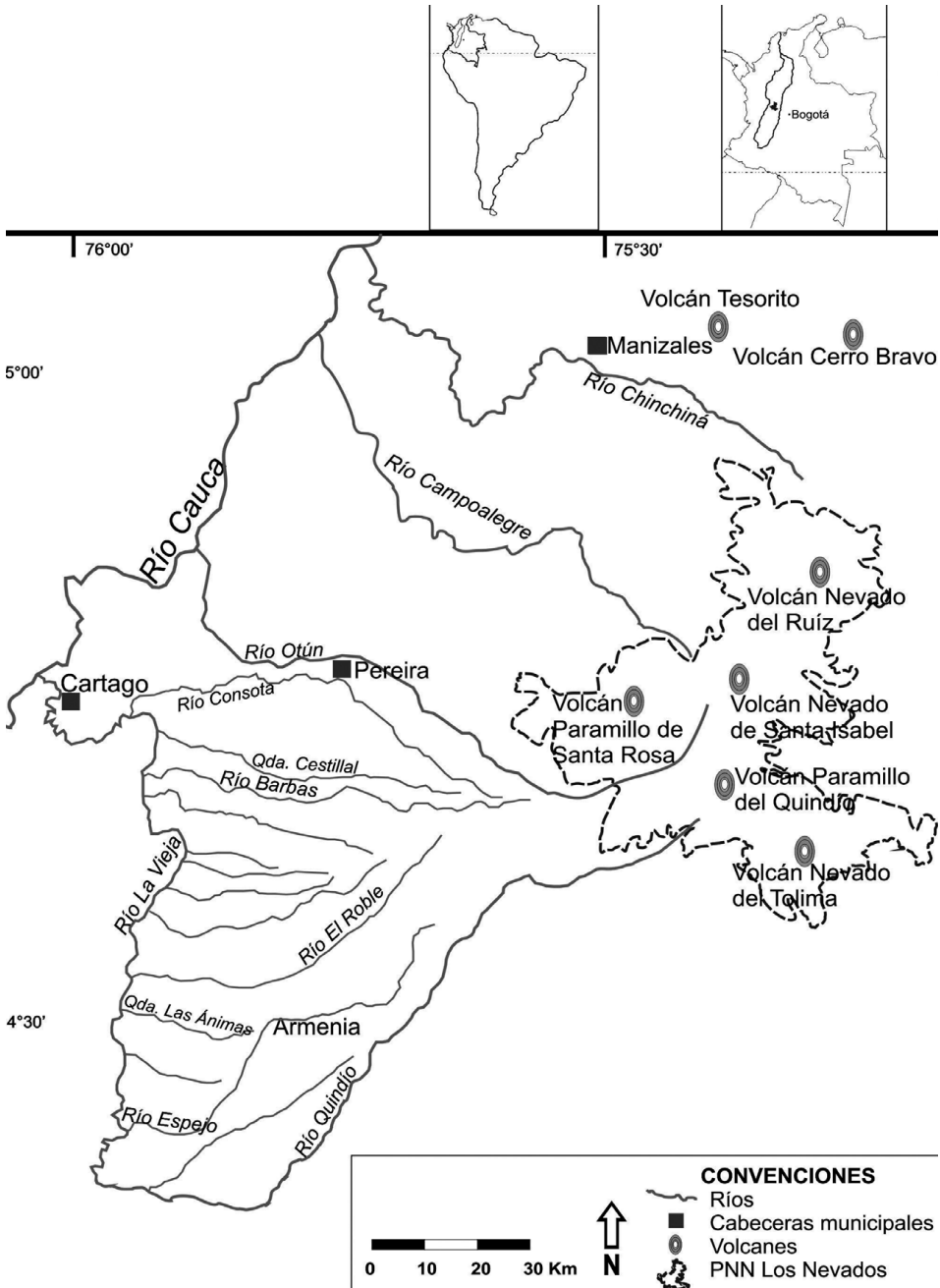


Figura 1. Mapa regional donde se destaca la formación del abanico fluvio-volcánico Pereira-Armenia y la red de drenaje que nace desde el Parque Nacional Natural (PNN) Los Nevados, con sus focos volcánicos.

Es posible plantear reflexiones desde la historia ambiental, pues se conocía por los datos históricos escritos, que previamente a la erupción del Nevado del Ruiz en 1985, este había reportado actividad eruptiva, con deshielo y el subsecuente

flujo de lodo en 1845, con lo que quedó sepultado el mismo sector donde luego se localizó la cabecera municipal de Armero. Incluso, desde 1595, el cronista Pedro Simón registró el fenómeno explosivo, el cual acumuló una importante cantidad de ceniza volcánica en una amplia superficie (Hermelin, 2005).

Aunque no existen datos escritos históricos sobre sus erupciones recientes, sí se cuenta con estudios acerca de la actividad actual de otro volcán de alta peligrosidad, el denominado volcán Cerro Machín (coordenadas en la cima a 04°29' N y 75°22' W, 2700 m. s. n. m.). Se han identificado al menos tres ciclos de flujos piroclásticos de dimensiones importantes en la escala humana, identificados como: El Espartillal (5100 años AP), Anaimé-El Tigre (4700 años AP), Toche (3600 años AP), los cuales, además de los depósitos piroclásticos, generaron flujos de lodo hacia la vertiente oriental (Cortés, 2001; Méndez, 1997, 1999, 2001, 2002; Méndez *et al.*, 2002). El denominado episodio eruptivo Toche, sucedido hace unos 3600 años, se considera de gran magnitud y sus depósitos son fácilmente identificables en un radio de 20 km aproximadamente. Además de los estudios planteados por geólogos, recientemente se han localizado sitios arqueológicos con depósitos eólicos de la misma actividad eruptiva, en los municipios de Salento, Calarcá y Circasia (Cano *et al.*, 2013; Restrepo, 2013).

Por otra parte, se debe mencionar distintos aportes de estudios paleoclimáticos, paleoecológicos y geológicos sobre el Cuaternario Tardío, en particular, los de Thouret, van der Hammen y sus colaboradores, quienes a partir de investigaciones efectuadas en las cumbres de la Cordillera Central, en alturas superiores a 2900 m. s. n. m., definieron secuencias cronoestratigráficas de tefras y suelos (Thouret y van der Hammen, 1981; Thouret *et al.*, 1995). Además de los antes mencionados, otros estudios sobre cenizas fueron liderados por el equipo de Hermelin y Toro (Hermelin, 2001; Lalinde y Toro, 2004; Toro *et al.*, 2001), así como estudios sobre amenazas volcánicas realizados desde Ingeominas (hoy Servicio Geológico Colombiano)<sup>1</sup>. Se cuenta con aportes en perspectiva geoarqueológica hacia la vertiente occidental de la Cordillera Central o región del Cauca Medio, particularmente por investigadores como Aceituno y Loaiza (2007), Cano (2008), Cano y otros (2013) y Restrepo (2013), y hacia la vertiente oriental por Salgado y Gómez (2000). Los alcances de estas investigaciones han sido fundamentales, pues han logrado correlacionar datos paleoecológicos, productos volcánicos y contextos arqueológicos.

## **El abanico fluvio-volcánico Pereira-Armenia**

Más allá de los focos eruptivos localizados en las cimas de la Cordillera Central, se dio relevancia a la vertiente occidental, al mega abanico fluvio-volcánico Pereira-Armenia, entre los 4° y 5° de latitud norte, conocido también como Glacis del

<sup>1</sup> Los resultados de los estudios sobre amenazas volcánicas y demás temas afines, se pueden consultar en [www.ingeominas.gov.co](http://www.ingeominas.gov.co).

Quindío. Este se formó durante el Pleistoceno y ha generado unas condiciones ambientales particulares en la macro región del Cauca Medio. Su extensión es de 30 km de largo por 40 km de ancho. Se comporta como un delta interior, desde los 2300 m a los 1000 m de altura, lo que le brinda unas condiciones de temperatura templada, sumada a una alta humedad predominante, proveniente de los vientos procedentes del océano Pacífico, que atraviesan la Cordillera Occidental. En términos geomorfológicos, el abanico se caracteriza por un paisaje montañoso en su foco de origen, el cual se hace colinado en el piedemonte y se va tornando de ondulado a casi plano en su sector distal. Este paisaje irregular está atravesado por los valles profundos de cuatro ríos principales: Otún, Consota, Barbas y Quindío, y varias quebradas que lo drenan, así como se enmarca en el sector sur occidental por el río La Vieja (Flórez, 2003) (Figura 1).

La formación del abanico fue producto de fuertes explosiones que generaron paleopaisajes a partir de grandes lahares, los que por una parte fueron disectados en distintos drenajes —incluidos profundos cañones por las principales fallas geológicas— y a la vez fueron recubiertos por espesas capas de cenizas volcánicas, que suavizaron el paisaje (Cortés y Cardona, 2006; Flórez, 2003). Además, es importante señalar que los vientos estratosféricos llevan las cenizas volcánicas predominantemente hacia el occidente, por lo que no es de extrañar la acumulación de decenas de metros de estos depósitos. En ese sentido, por ejemplo, el sector medial presenta espesores diferenciales y considerables de depósitos de cenizas (Qto). Por ejemplo, en la Universidad Tecnológica de Pereira, fueron perforados 27 m de cenizas, entre cenizas antiguas, flujos de cenizas y cenizas jóvenes<sup>2</sup> (Orozco, 2001; Proyecto UTP-GTZ, 2001; Tistl, 2004, 2006).

## **Aportes de la geoarqueología al conocimiento de cambios de paisajes y ocupación humana en perspectiva regional**

Los acercamientos desde la geoarqueología han permitido en estos particulares entornos de influencia volcánica, determinar las características de los procesos de formación del registro arqueológico, así como diferenciar sitios por su mayor

2 Las cenizas antiguas corresponden a una arena fina arcillosa, de color café oscuro, con alto contenido de materia orgánica, anfíbol y mica biotita, moderadamente consolidadas y con espesores observados de hasta 10,5 m. Tistl (2006) reporta para estas cenizas edades C14 entre 39 000 y 30 000 años. Estos depósitos se encuentran discordantemente sobre los flujos de escombros del abanico del Quindío y se hallan suprayacidos por flujos de ceniza y niveles espesos de cenizas recientes.

Los flujos de ceniza corresponden a arenas arcillosas masivas, de tamaño de grano medio, con un color pardo amarillento a pardo rojizo, compuestas por cuarzo, plagioclasa, anfíbol, micas y en menor proporción materia orgánica. Se encuentran envolviendo una pequeña proporción de clastos, que pudieron ser incorporados durante el emplazamiento de este depósito. El espesor promedio considerado para este es de 2 m.

Las cenizas jóvenes holocénicas son diferenciables de las cenizas antiguas por su color pardoamarillento, gris y amarillo-rojizo, y por ser composicionalmente arenas medias arcillosas, con presencia de anfíbol, cuarzo, plagioclasa, fragmentos de lapilli y bajo contenido de materia orgánica. Generalmente son masivas, como se observan hacia la ciudad de Pereira, pero en las zonas a alturas superiores a 1800 m se aprecian estratificadas en varios sitios. Tienen un espesor promedio de 10 m. Cubren en un 80% la zona de estudio y son las principales responsables de suavizar la topografía del abanico del Quindío (Cortés y Cardona, 2006; Tistl 2004, 2006).

potencial informativo (*localidades tipo*) y de dinámicas sedimentarias. En escalas más amplias, se ha buscado obtener elementos para efectuar reconstrucciones sobre procesos de formación, cambios y configuración de paleopaisajes, producto de la interrelación entre la dinámica volcánica, las tendencias climáticas predominantes y los efectos de la presencia humana durante el Pleistoceno Tardío y Holoceno (Cano, 2008; Cano *et al.*, 2013).

Distintas evidencias arqueológicas han demostrado que la región comprendida entre las latitudes 4° a 5° N y longitudes 75°20 a 75°50 W (aprox.), especialmente en alturas entre 2500 a 900 m. s. n. m., al oeste de los principales focos volcánicos, ha sido epicentro durante los últimos 12 000 años del desarrollo de varias culturas, así como ruta de dispersión de poblaciones y de plantas (Aceituno y Loaiza, 2006; 14 2007; Cano, 2008; Cano *et al.*, 2001; Dickau *et al.*, 2014; González y Barragán, 2001; Jaramillo, 2008; López y Cano, 2004; Proyecto Aero-café, 2011; Restrepo 2006, 2013).

Se puede plantear, de acuerdo con las evidencias, que en algunos sitios alejados más de 30 km, las poblaciones humanas allí asentadas convivieron tras las principales erupciones con la caída de las cenizas volcánicas. Algunos pobladores se instalaron a distancias suficientes de los cráteres eruptivos, donde las afectaciones directas fueron menores y no impidieron de manera contundente la vida cotidiana. Sin embargo, algunos sitios ubicados entre 10 y 30 km podrían haber afrontado un panorama distinto, en los cuales, debido a la mayor cercanía, se observa una tefroestratigrafía más clara, con capas o niveles de arenas o lapilli, estériles culturalmente, que separan horizontes de suelos, cuya magnitud por tamaño y densidad implican que se generaron episodios de devastación de la vegetación y la población humana fue afectada directamente o desplazada.

En términos del estudio de la formación del registro arqueológico, se ha observado que a distancias superiores a 30 km de los focos volcánicos, en dirección occidental, y a alturas menores a 1600 m. s. n. m., predominan sitios tipo palimpsesto, en los cuales no es fácilmente identificable cada evento deposicional, porque además muchos de ellos han sido altamente intervenidos por actividades humanas en los suelos (Cano *et al.*, 2013).

A manera de síntesis esquemática, se puede plantear que el sector proximal y medio del abanico Pereira-Armenia, los suelos típicos entre 1800 y 1200 m. s. n. m. presentan dos o tres horizontes A, muy profundos, con alta actividad biológica. Los horizontes B superiores muestran colores amarillos a ocre o pardo amarillento a pardo rojizo con textura fina. En general, los límites con el horizonte C son graduales, se destacan colores olivas a habanos, sin actividad biológica. Además, en algunos perfiles, son observables uno o más suelos enterrados; en algunos casos, podrían considerarse como «antrosoles». En el sector occidental más alejado del abanico Pereira-Armenia (piso subandino bajo), en alturas inferiores a 1200 m. s. n. m., los suelos cambian en función de las condiciones climáticas más secas y del progresivo



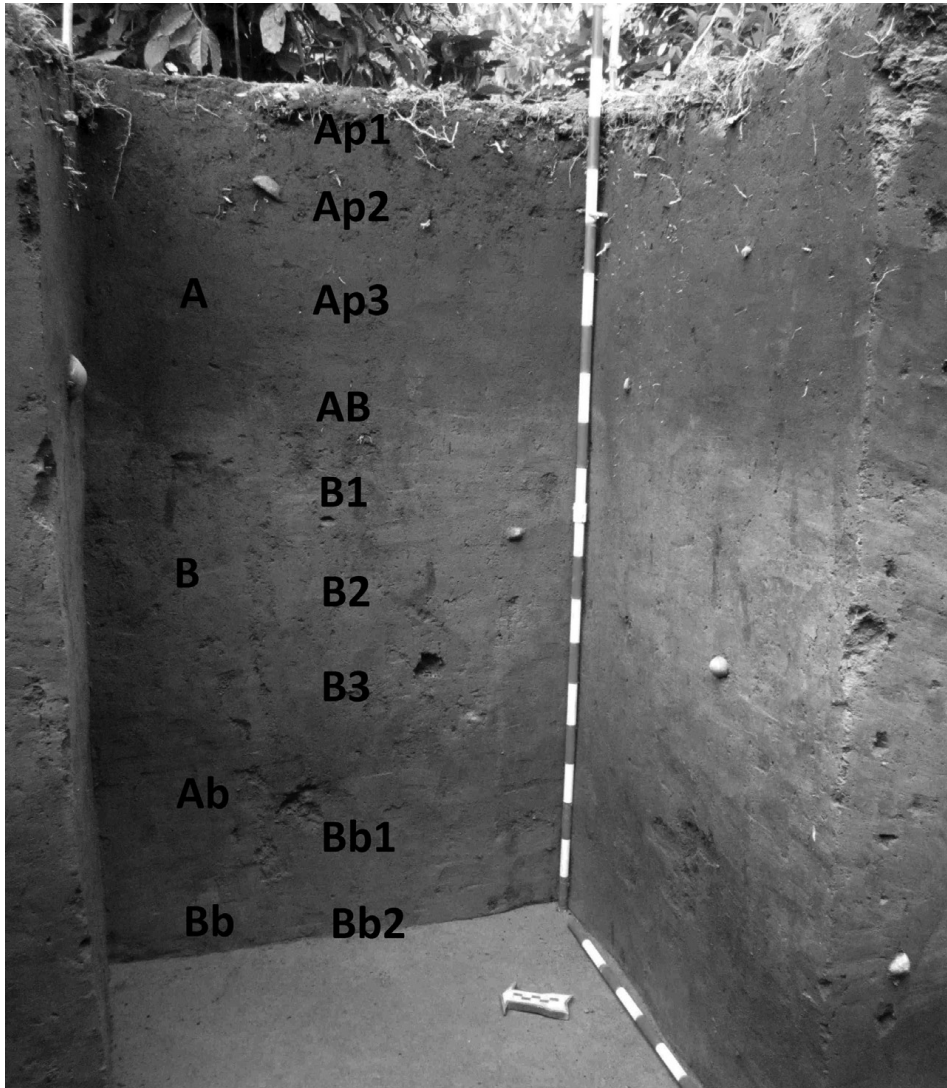


Figura 2. Perfil del sitio 66PER001 (Hacienda Cuba, Pereira), el cual refleja gran parte de la formación de suelos en la franja de mayor ocupación humana a través del tiempo ca. 1200-2000 m. s. n. m.

aumento de temperatura. Tienden a ser más duros y secos, particularmente en el sector de Cerritos hasta el río Cauca, donde los suelos están en un estado de incepsitales (Alcaldía de Pereira-UTP, 2006; Botero, 2012; Cano *et al.*, 2013) (Figura 2).

En este tipo de ambientes volcánicos, es muy difícil hacer una estimación de las tasas de sedimentación, considerando que no se conoce la magnitud ni el espesor de las capas de piroclastos. Además, es difícil determinar la dinámica de los subsiguientes procesos de erosión. Adicionalmente, un factor muy importante está relacionado con la alta actividad biológica dentro de los suelos (bioturbación). Desde la superficie actual, se observan fenómenos como nidos de insectos, actividades



*Figura 3. Perfil del sitio Chagualá (Calarcá, Quindío), donde se aprecia un suelo antiguo con evidencias culturales, sepultado por caídas de lapilli proveniente del volcán Cerro Machín hacia el 3600 AP.*

de lombrices e influencias de raíces hasta más de dos metros de profundidad. Es común que el límite entre dos capas de cenizas se presente mineralógicamente como una «transición» (de 10 a 30 cm de espesor), es decir, una zona de mezcla de minerales de los dos eventos (Tistl, 2006).

Recientemente, se han comenzado a encontrar sitios con claros estratos conformados con caídas de piroclastos gruesos, que se pueden relacionar directamente con ocupaciones humanas. En el sector de Villamaría (aprox. 2100 m. s. n. m.) (Restrepo, 2013), Palestina (Proyecto Aerocafé, 2011), Salento (2500 m. s. n. m.) y dentro del área proximal del abanico Pereira-Armenia, en inmediaciones de las localidades de Calarcá y Circasia (Quindío) (aprox. 1600 m. s. n. m.), se han localizado yacimientos con depósitos piroclásticos de tamaño grueso, que han sepultado suelos oscuros, donde se alojaban conjuntos líticos tallados e instrumentos de molienda (Figuras 3 y 4).

Uno de estos casos —fuera del abanico Pereira-Armenia— es muy destacado, pues en inmediaciones de Villa María, Caldas (a 2100 m. s. n. m.), el arqueólogo Carlos Restrepo localizó un sitio con una clara superposición estratigráfica, que incluye la formación de suelos; allí se comprobaron cuatro distintos momentos de ocupaciones humanas, debajo de estratos relacionados con caídas de materiales gruesos volcánicos y flujo de avalanchas de la quebrada aledaña (Restrepo, 2013).

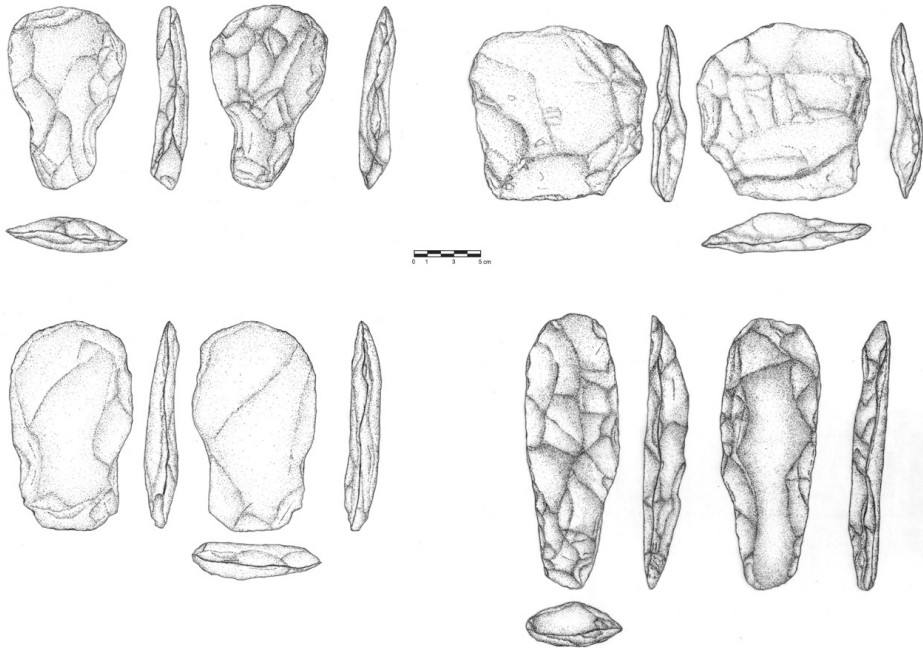


Figura 4. Instrumentos bifaciales típicos de la cuenca media del río Cauca, asociados a utilería propia de labores de manejo de plantas (azadas o palines).

## Correlaciones estratigráficas entre los sitios arqueológicos y cronología

Hasta el momento, la definición de unidades litoestratigráficas detalladas a escala arqueológica —a diferencia de la escala geológica— no siempre se hace evidente en los perfiles, particularmente, en los sectores a distancias medias y lejanas de los focos volcánicos. Por el contrario, cerca de los volcanes, los estratos se diferencian claramente y, en muchos casos, corresponden a horizontes de suelos enterrados o depósitos de materiales. Se está trabajando en metodologías detalladas, para lograr observar en los sitios más alejados algunas diferencias estratigráficas, que no son visibles directamente pero sí evidentes luego de la separación de componentes del suelo, incluso a escala macroscópica. Al considerar las texturas y sus cambios, registrados por los análisis sedimentológicos y granulométricos, se observan diferencias en las proporciones de pesos —en los distintos horizontes y/o niveles cada 10 cm—, las cuales son variables; esto se ha relacionado con la influencia de las principales erupciones (Cano *et al.*, 2013).

En general, es posible determinar al menos dos períodos de ocupaciones humanas principales de la mayoría de los sitios a través del tiempo, las cuales se atribuyen, la más antigua y extensa, a grupos cazadores-recolectores-plantadores, y la más reciente, a grupos agroalfareros ocupantes de la región en los dos últimos milenios. Los conjuntos líticos recuperados dentro paleosuelos enterrados se correlacionan

con las colecciones precerámicas, reportadas recurrentemente a nivel regional y fechadas durante el Holoceno Medio y Temprano. Se destacan algunos instrumentos formatizados (tipo azadas o palines), núcleos y lascas, además de la identificación de guijarros con características relacionadas con huellas de uso o fracturas por exposición directa al fuego (Aceituno y Loaiza, 2007; Proyecto Aero café, 2011; Cano, 200814; Cano *et al.*, 2013; Restrepo, 2013).

Se constató que las materias primas de los líticos hallados son de fácil aprovisionamiento en los ríos y las quebradas de los alrededores. Se destaca el uso de rocas de grano grueso, muchas escogidas en forma de cantos rodados medianos y pequeños, las que corresponden a rocas en su mayoría de origen ígneo. Muchas lascas son corticales (lascas primarias). Según las características de las lascas, se infiere que predominaron procesos de percusión directa y, en algunos casos, se aplicaron técnicas de obtención de lascas por percusión bipolar. Por tratarse de rocas de grano grueso, las condiciones de clima y humedad las hacen altamente susceptibles a la meteorización. En algunos casos, se han encontrado artefactos en cuarzo.

### **Avances desde la geoarqueología en ambientes volcánicos**

En la región del Cauca Medio y, particularmente, en el abanico Pereira-Armenia, los estudios geoarqueológicos han permitido aportar evidencias para el análisis del origen y los contextos estratigráficos de vestigios arqueológicos, presentes en distintas unidades de paisaje, a partir de las consideraciones de las dinámicas volcánicas recurrentes y sus efectos a escala regional. Se viene articulando un esquema preliminar, que permite reconstruir aspectos de la evolución ambiental desde el Pleistoceno Tardío en la región, teniendo en cuenta el potencial de diferentes unidades para el registro de actividades humanas y particulares procesos de formación de distintas subunidades fisiográficas y sitios arqueológicos. Es necesario ahondar sobre los estudios paleoclimáticos en distintos entornos del norte de Sudamérica y relacionar información, para considerar períodos con mayores temperaturas o humedad, además de las dinámicas de los cinturones vegetacionales cordilleranos. En el sector de piedemonte y en la mayor parte del abanico Pereira-Armenia, no se generaron posiblemente situaciones de escasez extrema de agua o resecaamiento de suelos. No obstante, en el sector distal del abanico, en las zonas bajas próximas al río Cauca, los efectos de los períodos secos debieron sentirse con mayor severidad.

Se cuenta con datos importantes sobre el grado de desarrollo de suelos y la presencia de suelos enterrados, que incorporan en estos últimos el registro de actividades humanas. Es importante destacar la buena resolución que los depósitos de cenizas tienen para discriminar ocupaciones y eventos de interés paleoambiental, desde el Pleistoceno tardío y durante el Holoceno. Al comprender la complejidad de la formación de sitios en esta zona, es posible ubicar con precisión contextos temporales en depósitos preservados, así como reconocer que la misma dinámica en otros sectores los ha borrado por erosión o bioturbación.

La distribución espacial de los datos arqueológicos y tefroestratigráficos demuestra la interacción entre la presencia humana y los efectos del vulcanismo, lo que aporta a la construcción del marco paleoecológico, paleoambiental e histórico-cultural de la región. A partir del marco teórico de la Ecología Histórica, de la contextualización geoarqueológica de las evidencias materiales y paisajísticas, así como del uso de sistemas de información geográfica, se ha podido avanzar en el conocimiento sobre distintos modos de vida, considerando las determinantes/forzantes y decisiones tomadas por los primeros pobladores de estas tierras, en cuanto a permanecer en ciertos sitios, emigrar o generar mecanismos de adaptación en tierras aptas para el desarrollo de prácticas hortícolas. Los datos y las interpretaciones paleoambientales, en sus distintas dimensiones interdisciplinarias, están siendo encaminados tanto a reconocer la evolución paisajística como hacia otros enfoques actuales del discurso educativo-ambiental y la gestión del riesgo volcánico.

Finalmente, se debe incentivar una necesaria colaboración entre geólogos y arqueólogos, para entender las relaciones históricas entre seres humanos y volcanes en distintas épocas históricas. Se requiere un programa permanente, que genere nuevos conocimientos entre el entorno del vulcanismo y los pueblos precolombinos.

## Agradecimientos

Nuestro reconocimiento al agrónomo Pedro J. Botero y al geólogo Héctor Vásquez; así como a los integrantes del Laboratorio de Ecología Histórica y Patrimonio Cultural de la Universidad Tecnológica de Pereira. Igualmente, se reconocen los valiosos aportes del Doctor Cristian Favier-Dubois de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (Argentina) y al Doctor Antony Ranere (*Temple University*), así como de los colegas participantes en el Proyecto auspiciado por la National Science Foundation (NSF). Agradecemos a COLCIENCIAS por el apoyo a la investigación, proyecto Convocatoria Geociencias código 110366044645. Nuestro reconocimiento póstumo al Doctor Michael Tistl (q. e. p. d.).

## Bibliografía

- Aceituno, F. y Loaiza N. (2007). *Domesticación del Bosque en el Cauca Medio Colombiano entre el Pleistoceno Final y el Holoceno Medio*. BAR International Series 1654. Oxford: Archaeopress.
- Aceituno, F. y Loaiza N. (2008). Rastreado los orígenes de la agricultura en la vertiente oriental del Cauca Medio. En López C. y Ospina G. (Comp.), *Ecología Histórica: Interacciones Sociedad-Ambiente a Distintas Escalas Socio-Temporales* (107-122). Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira-Universidad del Cauca-Sociedad Colombiana de Arqueología.
- Alcaldía de Pereira-Universidad Tecnológica de Pereira (2006). *Arqueología en Áreas de Expansión de Pereira* (Inédito). Pereira: Secretaría de Planeación de Pereira-Instituto de Investigaciones Ambientales.
- Botero, P. (2012). *Fisiografía y Suelos*. (Informe del Proyecto: The Role of the Middle Cauca River Valley, Colombia, in the Early Domestication and Dispersal of New World Crops) (Inédito).
- Cano, M. (2008). Evidencias precerámicas en el municipio de Pereira: Efectos del vulcanismo y colonización temprana de los bosques ecuatoriales en el abanico fluviovolcánico Pereira-Armenia. En López, C. y Ospina, G. (Comps.), *Ecología Histórica. Interacciones Sociedad-Ambiente a Distintas Escalas Socio-Temporales* (149-170). Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira-Sociedad Colombiana de Arqueología.

Universidad del Cauca.

- Cano, M., López, C. y Realpe, J. A. (2001). Diez mil años de huellas culturales en los suelos del Eje Cafetero. En *Suelos del Eje Cafetero (184-197)*. Pereira: Proyecto U.T.P.-GTZ.
- Cano, M., López, C. y Méndez, R. (2013). Geoarqueología en ambientes volcánicos: impactos ambientales y evidencias culturales en el Cauca Medio (Centro Occidente de Colombia). En Rubin, J. y Da Silva, R. (edits.), *Geoarqueología (227-268)*. Goiania: PUC Goias.
- Cortés, G. (2001). *Lahares asociados a la actividad eruptiva del volcán Cerro Machín, Colombia*. Manizales: s. n.
- Cortés, L. y Cardona, J. (2006). Cartografía detallada para el Salado de Consotá y sus alrededores. En López, C., Cano, M. y Rodríguez D. (Comps.), *Cambios Ambientales en Perspectiva Histórica. Vol. 2. Ecología Histórica y Cultura Ambiental (93-109)*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira-Sociedad Colombiana de Arqueología.
- Dickau, R. y otros (2015). Radiocarbon chronology of terminal Pleistocene to middle Holocene human occupation in the Middle Cauca Valley, Colombia. *Quaternary International*, 363, 43-54.
- Favier-Dubois, C. (2010). Geoarqueología: Explorando Propiedades Espaciales y Temporales del Registro Arqueológico. En Barberena R., Borrazzo, K. y Borrero, L. (Eds.), *Perspectivas Actuales en Arqueología Argentina (36-54)*. Buenos Aires: CONICET-IMHICIHU.
- Flórez, A. (2003). *Colombia: Evolución de sus Relieves y Modelados*. Red de Estudios de Espacio y Territorio. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Gnecco, C. (2000). *Ocupación Temprana de Bosques Tropicales de Montaña*. Popayán: Universidad del Cauca.
- González, V. y Barragán, C. (Eds.). (2001). *Arqueología Preventiva en el Eje Cafetero. Reconocimiento y Rescate Arqueológico en los Municipios de Jurisdicción del Fondo para la Reconstrucción del Eje Cafetero, FOREC*. Bogotá: Instituto Colombiano de Antropología-Fondo para la Reconstrucción y Desarrollo Social del Eje Cafetero.
- Grattan, J. y Torrence, R. (Eds.). (2007). *Living Under the Shadow. The Cultural Impacts of Volcanic Eruptions*. California: Left Coast Press.
- Guarin, F. (2007). *Etude du Fan Fluvio-Volcanique du Quindio (Région d'Armenia Colombie)*. Geneve: Université de Geneve, Faculté des Sciences, Département de Géologie et Paléontologie.
- Guarin F., Gorin G. y Espinoza, A. (2004). A Pleistocene stacked succession of volcanoclastic massflows in central Colombia: the Quindio-Risaralda fan. *Acta Vulcanológica*, 16 (1-2),109-124.
- Hermelin, M. (2001). Las cenizas volcánicas en el paisaje del noroccidente de Colombia. En *Suelos del Eje Cafetero (16-25)*. Pereira: Proyecto UTP-GTZ.
- Hermelin, M. (Ed.). (2005). *Desastres de Origen Natural en Colombia. 1979-2004*. Medellín: Universidad EAFIT-Universidad del Valle.
- Henao, M. (2001). Caracterización de algunos suelos derivados de cenizas volcánicas de la zona cafetera central colombiana. En *Suelos del Eje Cafetero (57-77)*. Pereira: Proyecto UTP-GTZ.
- Jaramillo, L. (2008). *Sociedades Prehispánicas en el Territorio «Quimbaya»: Unidades Domésticas, Áreas de Actividad y el Complejo Tesorito*. Bogotá: Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales del Banco de la República.
- Lalinde C. y Toro, G. (2004). Aspectos geomorfológicos en las cuencas de los ríos Otún y Consota. En López, C. y Cano, M. (Comps.), *Cambios Ambientales en Perspectiva Histórica. Ecorregión Eje Cafetero. Vol. 1. (26-40)*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira-Proyecto UTP-GTZ.
- López, C. (2004). Desastres ambientales y respuestas humanas en perspectiva histórica. En López, C. y Cano, M. (Comps.), *Cambios Ambientales en Perspectiva Histórica. Ecorregión Eje Cafetero. Vol. 1. (113-119)*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira-Proyecto UTP-GTZ.
- López, C. y Cano, M. (Comps.) (2004). *Cambios Ambientales en Perspectiva Histórica. Ecorregión Eje Cafetero. Vol. 1*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira-Proyecto UTP-GTZ.
- López, C. y Cano, M. (2012). En Torno a los Primeros Poblamientos en el Noroccidente de Suramérica: Acercamientos desde el Valle Interandino del Magdalena. *Boletín de Arqueología Pontificia Universidad Católica del Perú*, 15.
- Méndez, R. (2002). *Catálogo de las unidades litoestratigráficas de Colombia. Formación Machín (1-25)*. Bogotá: Ingeominas.

- Méndez, R. y Patiño, J. (1994). *Estudio tefroestratigráfico de los volcanes del Complejo Cerro Machín-Cerro Bravo*. (Informe interno). Manizales: Ingeominas.
- Méndez, R. y Patiño, J. (2003). Estudio tefroestratigráfico de los volcanes del Complejo Cerro Machín-Cerro Bravo. En *Memorias IX Congreso Colombiano de Geología*. Medellín: Sociedad Colombiana de Geología.
- Mothes, P. (Coord.). (1998). *Actividad Volcánica y Pueblos Precolombinos en el Ecuador*. Quito: Abya-Yala.
- Orozco, J. (2001). Las Cenizas Volcánicas en el Territorio de Pereira y sus Alrededores. En *Suelos del Eje Cafetero* (9-15). Pereira: Proyecto UTP-GTZ.
- Proyecto UTP-GTZ (2001). *Suelos del Eje Cafetero*. Pereira: Proyecto UTP-GTZ.
- Proyecto AEROCAFÉ (2011). *La Historia muy Antigua del municipio de Palestina (Caldas)*. Proyecto de Rescate y Monitoreo Arqueológico del Aeropuerto del Café. Manizales: Centro de Museos Universidad de Caldas-Asociación Aeropuerto del Café.
- Restrepo, C. (2013). *Componente Arqueológico Condominio Campestre «Valle de la Florida». Etapas I y II. Villa María*. Caldas (Inédito). Villa María: Constructora Berlin S. A. S.
- Rosales, C. y Meyer, H. (2005). La catástrofe de 1999 en el Eje Cafetero. En Hermelin, M. (Comp.), *Desastres de Origen Natural en Colombia 1979-2004* (169-176). Medellín: Universidad EAFIT-Universidad del Valle.
- Salgado, H. (1998). *Exploraciones Arqueológicas en la Cordillera Central Roncesvalles-Tolima*. Bogotá: Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales.
- Salgado, H. y Gómez, A. (2000). *Pautas de Asentamiento Prehispánicas en Cajamarca-Tolima*. Bogotá: Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales.
- Sheets, P. y Mckee, B. (1994). *Archaeology. Volcanism, and Remote Sensing in the Arenal Region, Costa Rica*. Austin: University of Texas Press.
- Thouret, J. C. (1988). *Morphogenèse Plio-Quaternaire et Dynamique Actuelle et Récente d'une Cordillère Volcanique Englacée*. Grenoble: Thèse d'état Université Joseph-Fourier.
- Thouret, J. C. y Van der Hammen, Th. (1981). Una secuencia holocénica y tardiglacial en la Cordillera Central de Colombia. *Rev. CIAF*, 6 (1-3), 609-634.
- Thouret, J. C., Van der Hammen, Th., Juvigné, E. y Salomons, J. (1995). «Geología del cuaternario reciente en el Macizo Volcánico del Ruiz-Tolima (Cordillera Central)». En Van der Hammen, Th. y Dos Santos, A. (Eds.), *Studies on Tropical Andean Ecosystems*, IV (183-240). Berlín/Stuttgart: Cramer.
- Tistl, M. (2006). La formación geológica del paisaje en el piedemonte del Eje Cafetero Colombiano. En López, C., Cano, M. y Rodríguez, D. (Comps.), *Cambios Ambientales en Perspectiva Histórica. Vol. 2. Ecología Histórica y Cultura Ambiental* (79-92). Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira-Sociedad Colombiana de Arqueología.
- Toro, G., Hermelin, M. y Poupeau, G. (2001). Depósitos de los últimos 40 000 años B. P. en el departamento de Risaralda, Colombia. En *Suelos del Eje Cafetero* (26-31). Pereira: Proyecto UTP-GTZ.
- Van der Hammen, Th. y Dos Santos, A. (Eds.) (1995). *Studies on Tropical Andean Ecosystems*. Berlín/Stuttgart: Cramer.
- Waters, A. (1992). *Principles of Geoarchaeology. A North American Perspective*. Tucson: The University of Arizona Press.

# Erupciones volcánicas de la Cuenca de México y sus efectos en poblaciones humanas tempranas del Pleistoceno Superior-Holoceno Temprano

---

Silvia González\* y David Huddart\*\*

## Introducción a la cuenca de México

La cuenca de México es de tipo intermontana, de grandes dimensiones, asociada a una estructura de graben, a una altitud de aproximadamente 2500 metros. La cuenca está rodeada por estratovolcanes, como los volcanes Popocatepetl, Iztaccihuatl y el Nevado de Toluca (Figura 1). También presenta un campo de volcanes monogenéticos de pequeñas dimensiones, en el límite sur de la cuenca, que incluyen al volcán Xitle. La cuenca está rellena por más de 3000 metros de espesor de sedimentos lacustres interdigitados con cenizas volcánicas y flujos de lava, con edades que van desde el Terciario Superior hasta el presente.

En la cuenca, existen varios sitios paleoindios importantes (Figura 1), con la presencia de varios esqueletos humanos, como por ejemplo en el Peñón de los Baños (González *et al.*, 2003, 2014a), así como en los sitios de Tlapacoya, Chimalhuacán y Tepexpan (Lamb *et al.*, 2009). También se tienen sitios con mamuts asociados con líticos no-Clovis, como en Santa Isabel Iztapan (González *et al.*, 2014b); y los mamuts de Tocuila (González *et al.*, 2014a). La mayoría de estos sitios se encuentran en las orillas de un paleo-lago pleistocénico, que tuvo fluctuaciones de profundidad que produjeron eventos erosivos. Esto, junto con eventos volcánicos, ha creado en ocasiones retrabajamiento sucesivo de las secuencias, que han provocado problemas de interpretación en el registro estratigráfico. Debido a esta complejidad estratigráfica, existen todavía muchas preguntas relacionadas al registro detallado de ocupación humana temprana en la cuenca de México, que requieren de estudios detallados de estratigrafía volcánica.

## Esqueletos humanos paleoindios en la cuenca de México

En el continente americano, existen muy pocos esqueletos humanos fechados directamente con carbono 14, de más de 9000 años de antigüedad (sin calibrar); los ejemplos incluyen: Buhl Woman, Idaho 10 675 ± 95 BP, Spirit Cave Man 9415 BP, Wizards Beach Man 9225 BP (Dansie, 1997; Jantz and Owsley, 1997) y Kennewick Man, con una fecha de 8410 ± 60 BP (Chatters, 2000).

---

\* Liverpool John Moores University, School of Natural Sciences and Psychology. s.gonzalez@ljmu.ac.uk

\*\* Liverpool John Moores University, School of Natural Sciences and Psychology. d.huddart@ljmu.ac.uk



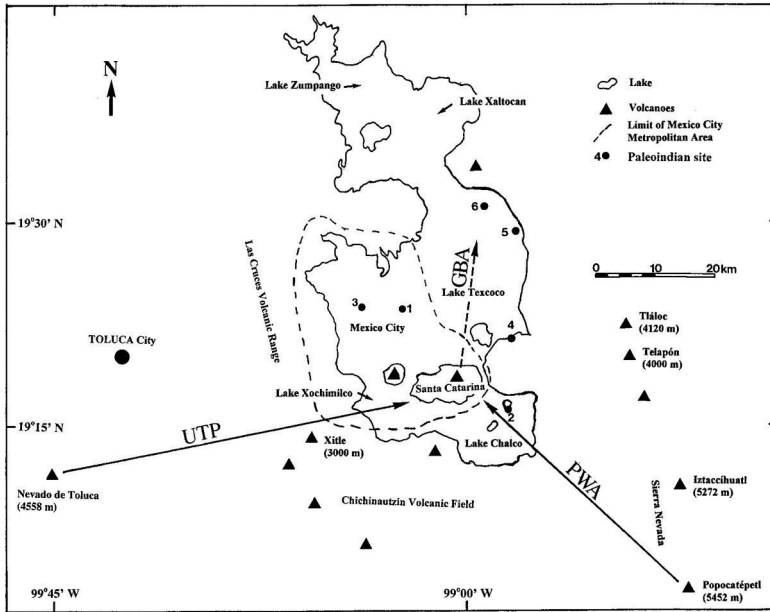


Figura 1. Localización de sitios paleoindios importantes en la cuenca de México: 1) Mujer del Peñón III, 2) Hombre de Tlapacoya, 3) Hombre del Metro, 4) San Vicente Chicoloapan, 5) Mamuts de Tocuila, 6) Hombre de Tepexpan. También se encuentran marcados los ejes de dispersión de tres erupciones volcánicas marcadoras de la cuenca: PWA: Pómez con Andesita del volcán Popocatepetl; GBA: Gran Ceniza Basáltica de la Sierra de Santa Catarina y la UTP: Pómez Toluca Superior proveniente del nevado de Toluca.

El individuo paleoindio más antiguo encontrado hasta ahora en la cuenca de México es la Mujer del Peñón III, esqueleto semicompleto con una fecha de  $10\ 755 \pm 75$  años BP ( $12\ 700$  años con fechamiento calibrado —González *et al.*, 2003—). Este esqueleto fue hallado en el Peñón de los Baños, una pequeña isla volcánica en medio del lago de Texcoco, cercana a lo que es hoy el Aeropuerto Internacional Benito Juárez de la Ciudad de México (Figura 1).

El cráneo del Hombre de Tlapacoya, con una fecha de  $10\ 200 \pm 65$  BP, también es importante en la discusión del poblamiento de América. Otros dos cráneos humanos fechados indirectamente por tefracronología (posición de cenizas volcánicas) incluyen al Hombre de Chimalhuacán y el Hombre del Metro Balderas (Figura 1), los cuales fueron encontrados en asociación con la ceniza pómez marcadora superior (UTP), producida por el volcán Nevado de Toluca hace  $10\ 500$  años (González *et al.*, 2014b).

A continuación, se describen algunos sitios importantes en la cuenca de México.

#### **A) Sitio Paleoindio Peñón de Los Baños, Ciudad de México**

Durante el Pleistoceno Superior, el pequeño volcán Peñón de los Baños fue una isla situada en medio del lago pleistocénico de Texcoco (Figura 1). La actividad de varios manantiales termales en el perímetro de la isla produjo depósitos estratifica-



*Figura 2a: Esqueleto semi-completo, muy bien preservado, de la Mujer del Peñón III.*

*Figura 2b: Cráneo dolicocefálico de la Mujer del Peñón III, con la craneometría típica de poblaciones paleoindias del continente americano.*

dos de capas de travertino ( $\text{CaCO}_3$ ), los cuales formaron una «plataforma» alrededor del volcán. Esta isla fue una localidad paleoindia muy importante dentro de la cuenca, donde se han reportado hasta la fecha la presencia de cuatro esqueletos humanos. Tres de estos se hallaron embebidos directamente en los depósitos de travertino y uno (La Mujer del Peñón III) es el más antiguo, porque se encontró por debajo de la capa de travertino. Estos esqueletos forman parte ahora de la colección de humanos precerámicos en el Museo Nacional de Antropología, en la Ciudad de México. Estos materiales incluyen:

**Peñón I:** material descubierto en 1884, comprende fragmentos mineralizados de costillas humanas y un fémur embebidos en travertino (Bárcena y del Castillo, 1887; Newberry, 1887).

**Peñón II:** descubierto en 1957, en la intersección de las calles de Morelos y Nayarit, colonia Peñón de los Baños, consiste en un cráneo humano mineralizado y embebido en travertino (Romano, 1964, 1970). Se trató de fechar este cráneo con carbono 14, pero no fue posible debido a la preservación muy pobre que presentaba.

**Mujer del Peñón III:** este es el esqueleto paleoindio más importante de la cuenca de México. Fue descubierto en agosto de 1959, en la colonia Peñón de los Baños. Es un esqueleto femenino semicompleto, muy bien preservado (Figura 2a). El esqueleto poscranial fue fragmentario (partes faltantes incluyen los dos fémures y tibias y el peroné derecho). La mandíbula está muy bien preservada y muestra la mayoría de los dientes, excepto el incisivo lateral izquierdo; todos los dientes presentan un patrón de uso muy fuerte, que es típico de los esqueletos paleoindios en México. La altura fue estimada en 1,51 metros. La evidencia antropológica obtenida, tanto del cráneo como del esqueleto, indican una edad al morir de 25 años. El esqueleto fue encontrado por debajo de una secuencia de travertino de 2 metros, en sedimentos del lago «con características de toba volcánica» (Avelleyra, 1964). La edad del esqueleto fue estimada inicialmente en el Pleistoceno Superior, ya que fue encontrado por debajo de la Pómez Toluca Superior (UTP),

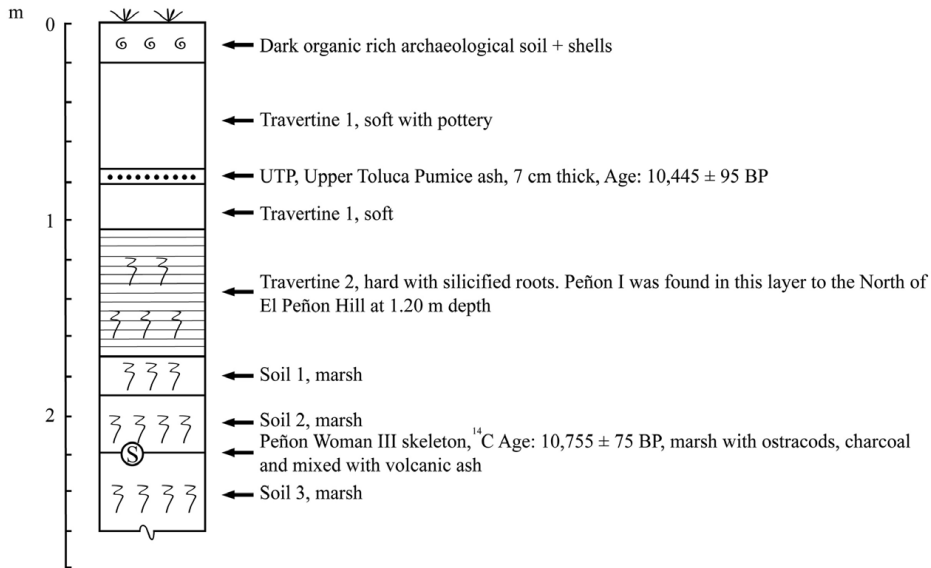


Figura 3: Estratigrafía en el sitio de descubrimiento de la Mujer del Peñón III. Los fechamientos con carbono 14 se incluyen sin calibrar.

una ceniza volcánica marcadora estratigráfica para la cuenca de México (Mooser y González Rul, 1961). El depósito no presentó la presencia de cerámica, pero sí «hilos de fibras naturales» asociados con la pelvis del esqueleto, así como un hueso pulido de un ave y un fragmento de raíz con sedimentos asociados fueron colectados durante el descubrimiento. El cráneo es dolicocefálico (Figura 2b) y presenta «características muy primitivas» (Romano, 1974). González (*et al.*, 2003) reportó el fechamiento del húmero izquierdo del esqueleto, usando la técnica de radiocarbono AMS, con una edad de  $12\,755 \pm 75$  BP, (OxA-10112). Descripciones detalladas de la antropología física del esqueleto están incluidas en estudios de Jiménez-López (*et al.*, 2006).

**Peñón IV:** descubierto por accidente en agosto 1962. Fragmentos de travertino mezclados con huesos humanos, incluyendo un cráneo. No hay récord arqueológico.

### ***Estratigrafía de la Mujer del Peñón III***

La estratigrafía de Peñón III se deriva de las descripciones de Mooser y González Rul (1961), tanto como de nuestras observaciones en el campo (Figura 3). La posición estratigráfica del esqueleto es por debajo de la Pómez Toluca Superior (UTP), una ceniza volcánica derivada de una erupción pliniana del volcán nevado de Toluca, fechada en  $12\,445 \pm 95$  BP (calibrada) (Arce *et al.*, 2003).

Recientemente, hemos estudiado muestras de sedimentos tomados cerca del pie del esqueleto, los cuales consisten en una mezcla de material orgánico, moluscos, ostracodos, diatomeas, fitolitos, cristales de cuarzo y cenizas volcánicas, incluyendo fragmentos de pómez con tamaño de arena fina. Este conjunto de materiales indica

un medioambiente de pantano salino y alcalino, que rodeaba la isla del Peñón de los Baños durante el Pleistoceno Superior; este tuvo contribuciones de lluvias de ceniza volcánica. Esta mujer paleoindia vivió durante el período climático frío, conocido como «Younger Dryas».

El hecho de que el cráneo es dolicocefálico, con un índice craneal de 70,05, refuerza la interpretación de que las poblaciones paleoindias en el continente americano fueron diferentes morfológicamente, cuando son comparadas con poblaciones amerindias modernas, que en general son braquicefálicas, con índices craneales  $\geq 80$ . Este esqueleto humano es uno de los más antiguos, completos y mejor preservados en el continente americano.

### **B) Mamuts de Tocuila, Texcoco**

El hallazgo casual, en 1996, de restos de megafauna extinta —principalmente mamuts (*Mammuthus columbi*)—, realizado durante la excavación de una cisterna en un predio particular en San Miguel Tocuila, Municipio de Texcoco (N 19° 31' 11" y W 98° 54' 31" y una altura de ~2240 m. s. n. m.), abrió la posibilidad para realizar trabajos de excavación gearqueológica de tipo multidisciplinario.

Las excavaciones subsecuentes efectuadas por Luis Morett y su equipo fueron llevadas a cabo en un espacio de 30 m<sup>2</sup>. El poblado se ubica en la ribera oriental del antiguo lago de Texcoco. En años subsecuentes se realizaron diversas exploraciones, incluyendo estudios de prospección geofísica, estratigrafía de detalle, así como trabajos de consolidación y restauración de los restos óseos —tanto *in situ* como en laboratorio—, asimismo, la apertura del Museo Paleontológico de Tocuila.

En 1996, los restos de por lo menos cinco mamuts incompletos y retrabajados (*Mammuthus columbi*) (ver Figura 4) fueron excavados y reportados en Tocuila (Morett *et al.*, 1998), también se presentó evidencia de la presencia de huesos de mamuts trabajados por el hombre (Arroyo Cabrales *et al.*, 2001). Posteriormente, se publicaron trabajos sobre la sedimentología y cenizas volcánicas del sitio e, igualmente, su interpretación (Siebe *et al.*, 1997, 1999; González and Huddart, 2007).

La importancia del yacimiento paleontológico proviene de la gran densidad de restos óseos recuperados, con la presencia de más de 1000 elementos de distintas especies en un área relativamente pequeña. Dominan los mamuts (*Mammuthus columbi*), con por lo menos cinco individuos. Otras especies identificadas dentro del mismo horizonte y asociadas a los mamuts son: caballos (*Equus* sp.), camello (*Camelops hesternus*), bisonte (*Bison* sp.), conejo (*Sylvilagus cunicularius*), además de una serie de siete vértebras anatómicamente asociadas que pertenecen a un felino grande.

Una compilación detallada acerca de la estratigrafía, la tefracronología, los fechamientos de las capas encontradas en Tocuila, así como una discusión sobre el origen geológico de la acumulación de huesos de mamuts y otros huesos de especies del Pleistoceno en el yacimiento paleontológico, fue publicada recientemente



Figura 4: Mamuts de Tocuila in situ, en un depósito de lahar de la Pómez Toluca Superior (UTP), julio 2014.

(González *et al.*, 2014a). El objetivo de ese trabajo fue tratar de explicar la compleja estratigrafía del sitio y dar a conocer la existencia de una capa de materiales asociada con un impacto de meteorito, propuesto al inicio del período climático frío, conocido como «Younger Dryas» (Israde *et al.*, 2012), el cual extiende la distribución geográfica de este evento para la cuenca de México (Firestone *et al.*, 2007).

El sitio paleontológico Tocuila se ubica en un antiguo cauce de un arroyo cercano a una paleo-playa del lago de Texcoco Pleistocénico. Aquí se presenta de manera resumida los principales resultados de nuevas interpretaciones derivadas del estudio detallado de los sedimentos, capas de ceniza volcánica y fechamientos en las capas y huesos de mamuts en las trincheras excavadas en el sitio durante 1998 y 2000.

### ***Estratigrafía de Tocuila***

La estratigrafía en Tocuila es complicada, por la presencia de eventos erosivos que cortan la secuencia estratigráfica; no obstante, esta puede ser entendida como una secuencia de sedimentos del lago de Texcoco del Pleistoceno Terminal, que es cortada por un canal relleno posteriormente con sedimentos de lahar (Figura 5). Estos flujos de lodo volcánico están asociados con la deposición de la ceniza volcánica, conocida como Pómez Toluca Superior, producida por el volcán Nevado de Toluca (Arce, *et al.*, 2003).

Es en este canal donde se localizan los huesos de mamuts embebidos en el depósito de lahar. La Figura 5 muestra la estratigrafía adentro del canal y en la pared del canal. En esta secuencia, en la base se encuentra a la Gran Ceniza Basáltica o GBA, otro horizonte estratigráfico marcador de la cuenca de México con una edad de  $28\ 600 \pm 200$  BP (Mooser, 1997). También se observa en la secuencia a la Pómez con Andesita (PWA), con edad de  $14\ 500 \pm 100$  BP. Sin embargo, los lahares en

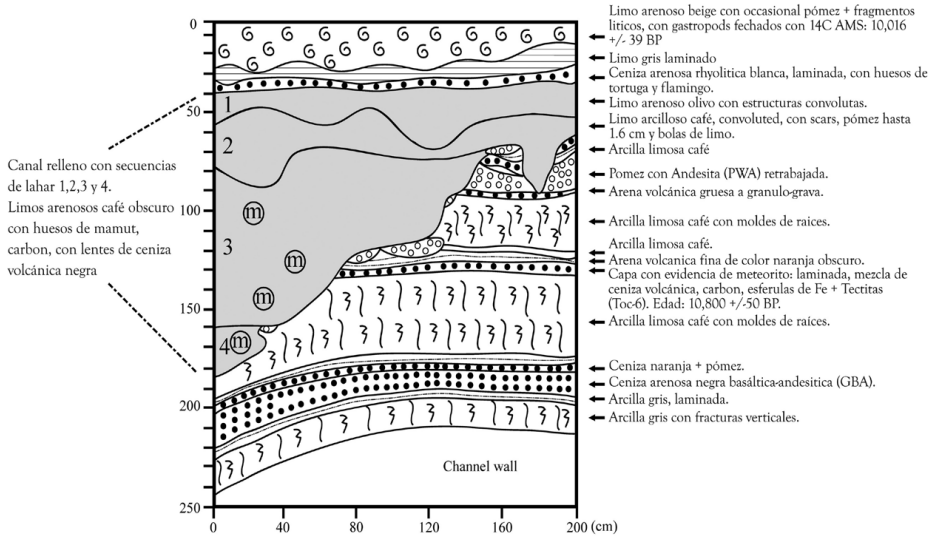


Figura 5: Estratigrafía detallada de los mamuts de Tocuila; se muestra la pared norte de la excavación, con parte del canal aluvial relleno con cuatro flujos de lodo volcánico (lahares) y huesos de mamuts (*Mammuthus columbi*).

donde se encuentran los mamuts son derivados de la gran erupción volcánica de tipo pliniana del Nevado Toluca hace 10 500 BP, que produjo a la Pómez Toluca Superior o Tripartita (Arce *et al.*, 2003).

También fue posible identificar una nueva capa en Tocuila (de aproximadamente 10 cm de espesor), con evidencia de un impacto de meteorito (Figura 5) y la presencia de materiales «exóticos», como micro-esférulas magnéticas de Fe, tektitas (vidrio fundido), grandes cantidades de carbón, nanodiamantes, etc. (González *et al.*, 2014a). Se interpreta a esta capa como asociada al «Younger Dryas Meteorite Burst», que ha sido encontrado en grandes porciones de Norte América, Europa, etc. (Firestone *et al.*, 2007) y también en otros sitios con mamuts, por ejemplo, en el SW de USA, como en Murray Springs, Blackwater Draw, Topper, Arlington Springs, etc. Su origen y significado siguen estando en mucha discusión en cuanto a los efectos potenciales durante el inicio de ese periodo climático frío, así como su papel en la extinción de la megafauna a finales del Pleistoceno. En Tocuila, esta capa está fechada entre 10 878-10 707 Cal BC. Esta capa fue primero identificada en México, en sedimentos del lago de Cuitzeo en el oeste de México (Israde *et al.*, 2012).

En general, la secuencia estratigráfica en Tocuila muestra una secuencia lacustre intercalada con varias cenizas volcánicas, que empieza con sedimentos lacustres finos (arcillas) y termina con arenas finas. Esto indica una disminución en el nivel del lago de Texcoco (regresión) hacia finales del Pleistoceno Superior-Holoceno Temprano.

Dos fechamientos directos AMS con carbono 14 en dos huesos de mamuts en Tocuila dieron fechas de  $11\ 100 \pm 80$  BP y  $11\ 255 \pm 75$  BP. Esto indica que los

animales ya estaban muertos cuando fueron incorporados en los lahares distales producidos por la erupción del nevado de Toluca.

### ***C) Hombre de Tepexpan***

Fue descubierto en 1947 por Helmut de Terra. El sitio del descubrimiento del esqueleto humano semi-completo del Hombre de Tepexpan fue cerca de la margen oriental del lago de Texcoco, cerca del río San Juan (Figura 1). El esqueleto se encontró por debajo de una capa de caliche en sedimentos que se creían asociados con la presencia de mamuts, durante el tiempo del descubrimiento en 1947 (De Terra *et al.*, 1949). Por tal razón, se pensó que el esqueleto tenía por lo menos 10 000 años de antigüedad; entonces, fue considerado como uno de los esqueletos humanos más antiguos en América durante el tiempo de su descubrimiento, en 1947. Sin embargo, las características físicas de la forma del cráneo (braquicefálico) eran más sugestivas de una edad más joven (Holoceno Temprano-Medio). Posteriormente, un fechamiento directo con carbono 14 AMS dio una edad de alrededor de 2000 años (Lorenzo, 1989; Stafford *et al.*, 1991). González (*et al.*, 2003) también reportó una edad de 2200 años BP, por medio de carbono 14, pero añadió que el esqueleto está contaminado con materiales modernos (pegamentos, lacas, etc.), por lo cual las fechas obtenidas con carbono 14 no son confiables. La reinterpretación de la edad real del esqueleto y las características de los sedimentos del sitio son cruciales en el entendimiento de la ocupación temprana en la cuenca de México.

### ***Fechamiento con el método de series de uranio del Hombre de Tepexpan y su significado***

Se realizaron análisis directamente en un hueso del Hombre de Tepexpan, utilizando un espectrómetro de masas por ablación láser. Los resultados obtenidos muestran una edad de  $4700 \pm 200$  años, la cual es una edad mínima y, por lo tanto, es consistente con una fecha de radiocarbono en material orgánico de  $5600 \pm 40$  años BP en la capa donde se encontró el Hombre de Tepexpan, reportada por Solleiro-Rebolledo (*et al.*, 2006).

Aunque se conoce ahora que el Hombre de Tepexpan es un individuo con una edad del Holoceno Medio, su descubrimiento fue muy importante, ya que impulsó en ese tiempo el interés en los estudios de la Prehistoria en México. Se propuso por primera vez la posibilidad de la coexistencia del Hombre Temprano con especies de megafauna del Pleistoceno. Esto ha sido ahora corroborado en otros sitios cercanos a Tepexpan, como los dos mamuts de Santa Isabel Iztapan, los cuales fueron encontrados en asociación directa con líticos embebidos en los huesos de los mamuts.

## **Conclusión**

Es imposible entender los procesos de poblamiento temprano de la cuenca de México sin el conocimiento detallado de los procesos volcánicos que impactaron el medioambiente de esta zona durante el límite del Pleistoceno Superior-Holoceno

Inferior. Ahora sabemos que hubo presencia de grupos paleoindios de cazadores-recolectores, desde el período climático frío conocido como «Younger Dryas». Durante esta época, en la cuenca de México, hubo varios eventos volcánicos muy importantes, que depositaron capas gruesas de cenizas volcánicas de caída libre en medio de la cuenca (30-40 cm de espesor). Especialmente, después del depósito de la ceniza Pómez Toluca Superior (UTP), hubo una serie de eventos laháricos que incorporaron volúmenes importantes de restos de megafauna en sus depósitos. Después de estos eventos volcánicos catastróficos, la megafauna (mamuts, caballos, gliptodontes, camellos) se extinguió por completo en la cuenca (González y Huddart, 2007) y no se han encontrado esqueletos humanos sino hasta mucho después, con fechas de radiocarbono de ~4500 años, en el sitio de San Vicente Chicoloapan (Figura 1). Por lo tanto, parece que existe un hiato arqueológico que duró varios milenios después de los eventos volcánicos catastróficos del Pleistoceno-Holoceno Superior y es hasta el Holoceno Medio que se vuelven a encontrar sitios con ocupaciones humanas importantes, pero esta vez de agricultores incipientes, en la cuenca de México.

## Bibliografía

- Arce, J., Mácias, J. y Vázquez Selem, L. (2003). The 10.5 ka Plinian eruption of Nevado de Toluca, Mexico, stratigraphical and hazard implications. *Geological Society of America Bulletin*, 115, 230-248.
- Arellano, A. (1946a). Datos Geológicos de la Antigüedad del Hombre en la Cuenca de México. En *Memoria del Segundo Congreso Mexicano de Ciencias Sociales*, 5 (213-219). México D. F.: Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística.
- Arellano, A. (1946b). El Elefante fósil de Tepexpan y el Hombre primitivo. *Revista Mexicana de Estudios Antropológicos*, 8, 89-94.
- Arellano, A.R. (1951). Some new aspects of the Tepexpan Man case. *Bulletin of the Texas Archaeological and Paleontological Society*, 22, 217-224.
- Arroyo-Cabrales, J., Johnson, E. y Morett, A. (2001). Mammoth bone technology in the Basin of Mexico. En Cavarratta, G., Gioia, P., Mussi, M. y Palombo, M. (Eds.), *Proceedings of 1st International Congress «The World of Elephants»* (419-423). Roma.
- Arroyo-Cabrales, J., González, S., Morett, A., Polaco, O., Sherwood, G., Turner, A. (2003). The Late Pleistocene paleoenvironments of the Basin of Mexico, evidence from the Tocuila Mammoth site. *Deinsea*, 9, 267-72.
- Chatters, J. C. (2000). The recovery and first analysis of an early Holocene human skeleton from Kennewick, Washington. *American Antiquity*, 65, 291-316.
- Dansie, A. (1997). Early Holocene burials in Nevada: overview of localities, research and legal issues. *Nevada Historical Society Quarterly*, 40, 4-14.
- De Terra, H. (1947). Preliminary note on the Discovery of Fossil Man at Tepexpan in the Valley of Mexico. *American Antiquity*, 13, 40-44.
- De Terra, H., Romero, J. y Stewart, D. (1949). «Tepexpan Man». *Viking Fund Publications in Anthropology*, 11. New York: Wenner-Gren Foundation for Anthropological Research.
- Firestone, R., West, A., Kennett, J., Becker, L., Bunch, T., Revay, Z., Schultz, P., Belgya, T., Kennett, D., Erlandson, J., Dickenson, O., Goodyear, A., Harris, R., Howard, G., Kloosterman, J., Lechler, P., Mayewski, P., Montgomery, J., Poreda, R., Darrah, T., Que Hee, S., Stick, A., Topping, W., Wittle, J. y Wolbach, W. (2007). Evidence for an extraterrestrial impact 12,900 years ago that contributed to the megafaunal extinctions and the Younger Dryas cooling. *Proceedings of the National Academy of Sciences*,



104, 16016-16021.

- García-Bárcena, J. (1986). Algunos aspectos cronológicos. En Lorenzo, J. L. y Mirambell, L. (Eds.), *Tlapacoya: 35000 Años de Historia del lago de Chalco*. Colección Científica 115 (219-224). México D. F.: Instituto de Antropología e Historia.
- González, S. y Huddart, D. (2007). Paleoindians and Megafaunal Extinction in the Basin of Mexico: The Role of the 10.5 k Upper Toluca Pumice Eruption. En Grattan, J. y Torrance, R. (Eds.), *Living under the shadow: cultural impacts of volcanic eruptions*. One World Archaeology Series 53 (pp. 90-106). Walnut Creek: Left Coast Press.
- González, S. y Huddart, D. (2008). The Late Pleistocene Human Occupation of Mexico. En de Araújo, A. J. et al. (Eds.), *11 Simpósio Internacional. O Povamieto das Américas 2006. San Raimundo Nonanto. FUMDHAMentos* Vol. 511, 236-259.
- González, S., Huddart, D., Israde-Alcántara, I., Domínguez-Vásquez, G. y Bischoff, J. (2014a). Tocuila Mammoths, Basin of Mexico: Late Pleistocene-Early Holocene stratigraphy and the geological context of the bone accumulation. *Quaternary Science Reviews*, 96, 222-239.
- González, S., Huddart, D., Israde-Alcántara, I., Domínguez-Vásquez, G., Bischoff, J. y Felstead, N. (2015). Paleoindian sites from the Basin of Mexico: Evidence from stratigraphy, tephrochronology and dating. *Quaternary International*, 363, 4-19.
- González, S., Huddart, D., Morett-Alatorre, L., Arroyo-Cabrales, J. y Polaco, O. (2001). Volcanism and Early Humans in the Basin of Mexico during the late Pleistocene/Early Holocene. En Cavarratta, G., Gioia, P., Mussi, M. y Palombo, M. (Eds.), *Proceedings of 1st International Congress «The World of Elephants» (704-706)*. Roma.
- González, S., Jiménez-López, J., Hedges, R., Huddart, D., Ohman, J. y Turner, A. (2003). Earliest humans in the Americas: new evidence from México. *Journal of Human Evolution*, 44, 379-387.
- González, S., Morett-Alatorre, L., Huddart, D. y Arroyo-Cabrales, J. (2006). Mammoths from the Basin of Mexico: stratigraphy and radiocarbon dating. En Jiménez López, J., Pompa y Padilla, J., Gonzalez, S. & Ortiz, F. (Eds.), *Proceedings of the 1st International Symposium Early Humans in America*. Colección Científica, Serie Antropología 500 (263-274). México D. F.: INAH.
- Huddart, D. y González, S. (2006). A review of environmental change in the Basin of Mexico (40,000-10,000 BP): implications for early humans. En Jiménez López, J., González, S., Pompa y Padilla, J. & Ortiz, F. (Eds.), *El hombre temprano en América y sus implicaciones en el poblamiento de la Cuenca de México: Primer Simposio Internacional*. Colección Científica, Serie Antropología 500 (77-106). México D. F.: INAH.
- Israde-Alcántara, I., Bischoff, J., Domínguez-Vásquez, G., Hong-Chun, L., DeCarli, P., Bunch, T., Wittke, J., Weaver, J., Firestone, R., West, A., Kennett, J., Mercer, C., Sinjing, X., Richman, E., Kinzie, C. & Wolbach, W. (2012). Evidence for Central Mexico supporting the Younger Dryas extraterrestrial impact hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109 (34), E738-E747.
- Jantz, R. & Owsley, D. (1997). Pathology, Taphonomy and Cranial Morphometrics of the Spirit Cave Mummy. *Nevada Historical Society Quarterly*, 40, 60-84.
- Kennett, A., Kennett, J., West, A., Mercer, C., Que Hee, S., Bement, L., Bunch, T., Sellers, M. & Wolbach, W. (2009). Nanodiamonds in the Younger Dryas boundary sediment layer. *Science*, 323 (5910), 94.
- Krieger, A., (1950). Tepexpan Man. *Antiquity*, 15, 343-349.
- Lamb, A., González, S., Huddart, D., Metcalfe, S., Vane, C., Pike, A. W. (2009). Tepexpan Palaeoindian site, Basin of Mexico: multi-proxy evidence for environmental change during the late Pleistocene-late Holocene. *Quaternary Science Reviews*, 28, 2000-2016.
- Lorenzo, J. (1989). Fechamiento de la Mujer de Tepexpan. *Boletín del Instituto Nacional de Antropología e Historia, Nueva Época*, 28, 2-15.
- Lorenzo, J. y Mirambell, L. (Eds.) (1986). *Tlapacoya: 35 000 Años de Historia del lago de Chalco*. Colección Científica, 115. México D. F.: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Mirambell, L. (1978). Tlapacoya: a late Pleistocene site in central Mexico. En Bryan, A. L. (Ed.), *Early Man in America from a Circum-Pacific Perspective* (221-230). Alberta: University of Alberta.

- Mooser, F. (1967). Tefracronología de la Cuenca de México para los últimos treinta mil años. *Boletín del INAH de México*, 30,12-15.
- Mooser, F. (1968). Geología, naturaleza y desarrollo del Valle de Teotihuacán. En Lorenzo, J. (Ed.), *Materiales para la arqueología de Teotihuacán*. Serie Investigaciones 17 (pp. 29-37). México D. F.: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Mooser, F. (1997). Nueva fecha para la tefracronología de la Cuenca de México. En Carballal-Staedtler, M. (Ed.), *A propósito del Cuaternario: Homenaje al profesor Francisco González Rul* (pp.137-141). Tecamachalco: Dirección de Salvamento Arqueológico, INAH.
- Morett, L., Arroyo-Cabrales, J. & Palaco, O. (1998). Tocuila Mammoth Site. *Current Research in the Pleistocene*, 15, 118-120.
- Newton, A. y Metcalfe, S. (1999). Tephrochronology of the Toluca Basin, Central Mexico. *Quaternary Science Reviews*, 18, 1039-1059.
- Sedov, S., Solleiro-Rebolledo, E., Gama-Castro, J., Vallejo-Gómez, E. González-Velázquez, A. (2001). Buried paleosols of Nevado de Toluca: an alternative record of Late Quaternary environmental change in Central Mexico. *Journal of Quaternary Science*, 16, 375-389.
- Sedov, S., Lozano-García, S., Solleiro-Rebolledo, S., McClung de Tapia, E., Ortega-Guerrero, B. & Sosa-Nájera, S. (2010). Tepexpan Revisited: A multiple proxy of local environmental changes in relation to human occupation from a paleolake shore section in central México. *Geomorphology*, 122, 309-322.
- Siebe, C., Schaaf, P., Urrutia-Fucugauchi, J., Morett-Alatorre L., Arroyo-Cabrales, J. & Obenholzner, J. (1997). Mammoth bones embedded in a late Pleistocene lahar deposit from Popocatepetl volcano, near Tocuila, Valley of Mexico. *Geological Society of America Abstracts with Programs*, 29 (6), A-164.
- Siebe, C., Schaaf, P. y Urrutia-Fucugauchi, J. (1999). Mammoth bones embedded in a late Pleistocene lahar from Popocatepetl volcano, near Tocuila, central Mexico. *Bulletin of the Geological Society of America*, 111, 1550-1562.
- Solleiro-Rebolledo, E., Sedov, S., McClung de Tapia, E., Cabadas, H., Gama-Castro, J. & Vallejo-Gómez, E. (2006). Spatial Variability of environmental change in the Teotihuacan Valley during the Late Quaternary: Paleopedological inferences. *Quaternary International*, 156/157, 13-31.
- Stafford, T., Hare, P., Currie, L., Jull, A. & Donahue, D. (1991). Accelerator Radiocarbon dating at the Molecular Level. *Journal of Archaeological Science*, 18, 35-72.

# La tefra como marcador guía en la Costa ecuatoriana: nuevos aportes

---

Ángelo R. Constantine Castro\*

## Introducción

**E**ccuador contiene información tefrocronológica importante a partir del Holoceno Temprano, debido a que la tefroestratigrafía del Pleistoceno Tardío (>13 000 años AP) ha sido borrada por las glaciaciones en la cordillera Andina (Hall y Mothes, 1998). La identificación de tefras en yacimientos arqueológicos motivó a Lathrap (*et al.*, 1984) a plantear la idea de un hiato en el progresivo desarrollo de las culturas prehispánicas, causado probablemente por el vulcanismo. A partir de esta propuesta, investigaciones en el piedemonte Andino Occidental (pAO) y la llanura aluvial de la Costa (LIAC) generaron resultados sobre la depositación de una tefra perteneciente a la erupción del Pululahua en el 2300 AP, lo que demostró que esta tefra es un marcador cronológico en el desarrollo de las sociedades y un referente de división del período Formativo Tardío y Desarrollo Regional (Haskin, 1982; Isaccson, 1987, 1994; Lippi, 1998; Lubensky, 1979; Zeidler e Isaacson, 2003).

Nuevas investigaciones en la cuenca media del Esmeraldas (Chacón, 2011; Constantine, 2014; Domínguez *et al.*, 2003) y la llanura aluvial alta del Guayas (Guillaume-Gentile, 2013; Raymond *et al.*, 1980; Sánchez, 2007) confirman la presencia de otras tefras, correspondientes a cenizas de los volcanes Cuicocha, Quilotoa, Pululahua y Guagua Pichincha, que cubren contextos arqueológicos. Correlacionando los yacimientos investigados y los estudios por Vallejo (2011), de distribución de cenizas holocénicas en la Costa del Ecuador, se han obtenido datos para identificar nuevos marcadores guía y referentes paleoambientales durante la Época Aborigen.

El objetivo de este documento es proporcionar nuevos datos de dos sitios del pAO para ampliar los estudios anteriores, utilizando un análisis petrográfico y geoquímico de las tefras, como una herramienta analítica en contextos arqueológicamente relevantes, donde se han obtenido huellas geológicas como marcador cronoestratigráfico interregional y regional, así también como un posible elemento causal en el cambio histórico cultural.

## Geología y caracterización volcánica de los Andes occidentales ecuatoriales

La cordillera de los Andes atraviesa el Ecuador continental de sur a norte y divide al país en tres regiones fisiográficas, que son: llanura aluvial de la Costa, los

---

\* Facultad de Ingeniería en Ciencia de la Tierra, Escuela Superior Politécnica del Litoral. arconsta@espol.edu.ec

Andes o Sierra y la Amazónica u Oriente. La región Sierra se compone por dos cordilleras —Occidental (cO) y la Real u Oriental (CRuO)—, que se encuentran separadas por una depresión estructural denominada valle interandino, conformada por depósitos volcanosedimentarios del Cuaternario (Hall y Beate, 1991; Vallejo, 2011). El sector centro-norte de la cO se compone por un basamento oceánico del Cretácico Temprano, conocido como formación Piñón-Pallatanga; está unido al continente a través de la sutura Calacalí-Pujilí-Palenque durante el Campanario, asociada a una secuencia de rocas volcánicas oceánicas y turbiditas marinas del Cretácico Temprano-Tardío, y una secuencia volcanosedimentaria de arco insular de edad paleocénica (Aspden *et al.*, 1992; Cosma *et al.*, 1998; McCourt *et al.*, 1998; Hughes y Pilatasig, 2002; Reynaud *et al.*, 1999; Vallejo, 2011).

La LIAC se caracteriza por una serie de cuencas de ante-arco (Hall y Motehs, 1998; Vallejo, 2011), sobre un basamento de rocas oceánicas pertenecientes a la formación Piñón del Cretácico inferior. El área centro-norte de la LIAC, donde se encuentran los yacimientos estudiados, está compuesta por las cuencas de Manabí y Esmeraldas; estas, a su vez, están constituidas por dos tipos de unidades litológicas: la primera por rocas volcanosedimentarias de origen marino, de edad mesozoica, que son características de las zonas internas de los cinturones móviles o geosinclinales; y la otra está formada por un sistema de bloques hundidos y levantados, compuesta por rellenos de flujos piroclásticos y cubierta por bancos potentes de cenizas volcánicas (Proaño, 2007). Estos depósitos de origen volcánico pertenecen a la formación geológica San Tadeo, que ha sido identificada como perteneciente al Cuaternario. Muestra grandes planicies fáciles de distinguir por su topografía, donde se ha determinado que los depósitos de esta formación son el producto de la depositación fluvial, con aportes de avalanchas de productos piroclásticos y acumulaciones eólicas.

La *Northern Volcanic Zone* (NVZ) forma un extenso arco de estrato-volcanes activos y en inactividad. En Ecuador, la NVZ tiene un rumbo NNE-SSW, con una longitud de 650 km y un ancho de 150 km, con alturas que varían entre 3500 y 6000 m. s. n. m. (Vallejo, 2011). Esta región ha sido caracterizada por un vulcanismo de estrato-volcanes, a partir del Plioceno Tardío hasta el presente. Los centros eruptivos localizados en la cO corresponden también al denominado frente volcánico ecuatoriano, separados entre 30 y 35 km; de todo este frente, las cenizas de los volcanes ubicados en la cO se dirigen hacia el oeste, debido a que los vientos del este favorecen la depositación de las mismas. Estudios recientes han generado un mapa de distribución de tefras al occidente de Ecuador (Vallejo, 2011); adicionalmente, han identificado volcanes que han marcado importantes erupciones como: Quilotoa, Guagua Pichincha, Pululahua, Ninahuilca y Cuicocha (Andrade *et al.*, 2002, 2005; Barberi *et al.*, 1988; Hall y Mothes, 1998, 1994, 1992; Papale y Rosi, 1993).

## Antecedentes

A inicios y mediados del siglo XX, se describe la presencia de cenizas volcánicas que cubren contextos arqueológicos en el occidente de Ecuador (Dorsay, 1901; Estrada, 1962; von Buchwald, 1912). Fue a través de la idea de Lathrap (*et. al.*, 1984) que se direcciona investigar sobre estos datos *proxy*. Las excavaciones en los yacimientos: Nueva Era, Mindo, Mandariacu (pAO), valle del río Jama (LIAC), Cotocollao y Rancho Bajo (noroeste de Quito), proporcionan datos sobre la presencia de depósitos de tefra que cubren contextos arqueológicos a partir del período Formativo (Chacón, 2011; Isaacson, 1987, 1994; Lippi, 1998; Ugalde, 2013; Villalba, 1988; Zeidler e Isaacson, 2003).

El análisis de tres tefras recuperadas de los yacimientos del valle del río Jama sugirió a Zeidler e Isaacson (2003), que vastas áreas fueron sometidas a *airfalls* volcánicos, lo que afectó en diversos grados a los pueblos que ocupan el altiplano quiteño, el pAO y la LIAC, donde la tefra 2 —intermedia en la cronoestratigrafía del valle de Jama y referida a la erupción del Pululahua (2300 AP)— desbastó las ocupaciones formativas, mientras que la número 3 se atribuye probablemente a los volcanes Atacazo o Tungurahua, que divide el período de Desarrollo Regional e Integración con una fecha aproximada de 1960 AP. Un caso similar se registró en el yacimiento de Nambillo (Lippi, 1998: 114), una tefra no identificada divide esos períodos.

En La Maná, nueve tefras son identificadas (Guillaume-Gentile, 2013: 138) y difieren de los otros yacimientos mencionados, ya que no presenta la tefra del Pululahua, que Zeidler e Isaacson (2003) proponen como marcador interregional en la Costa central y piedemonte. La isopaca de distribución de cenizas, del esquema de Vallejo (2011), de seis volcanes que proyectan la precipitación de ceniza hacia la Costa (Figura 1 y Tabla 1), muestra que el arco de esparcimiento del Pululahua circunscribe La Maná, pero hasta el momento esta ceniza no se encuentra registrada en ese sector.

Los estratos de tefra en los yacimientos del pAO y la LIAC cubren las ocupaciones culturales del Formativo Temprano y Tardío, las mismas que difieren de un yacimiento a otro como en La Maná que aparecen cenizas del Tungurahua, Cuicocha, Ninahuilca y Cotopaxi, mientras que en el valle del río Jama se reconoce una tefra uno fechada en 3603 AP, lo que sugiere observar los procesos tafonómicos y el muestreo. La propuesta del Pululahua (2300 AP) como marcador guía que divide el Formativo Tardío y el Desarrollo Regional, a nivel interregional, puede indicar que las probables cenizas del Atacazo o el Tungurahua del valle del río Jama (tefra 3) sea otro marcador para el período de Desarrollo Regional al de Integración; sin embargo, queda la interrogante de por qué en La Maná (Guillaume-Gentile, 2013: 141) este estrato separa el Desarrollo Regional Inicial del Final, en un lapso de 100 años aproximadamente.

Según Isaacson (1994: 138), en la precipitación de tefra que cubre el período Jama Coaque 1 o Muchique 1, la ceniza debería haber causado mayor daño a la

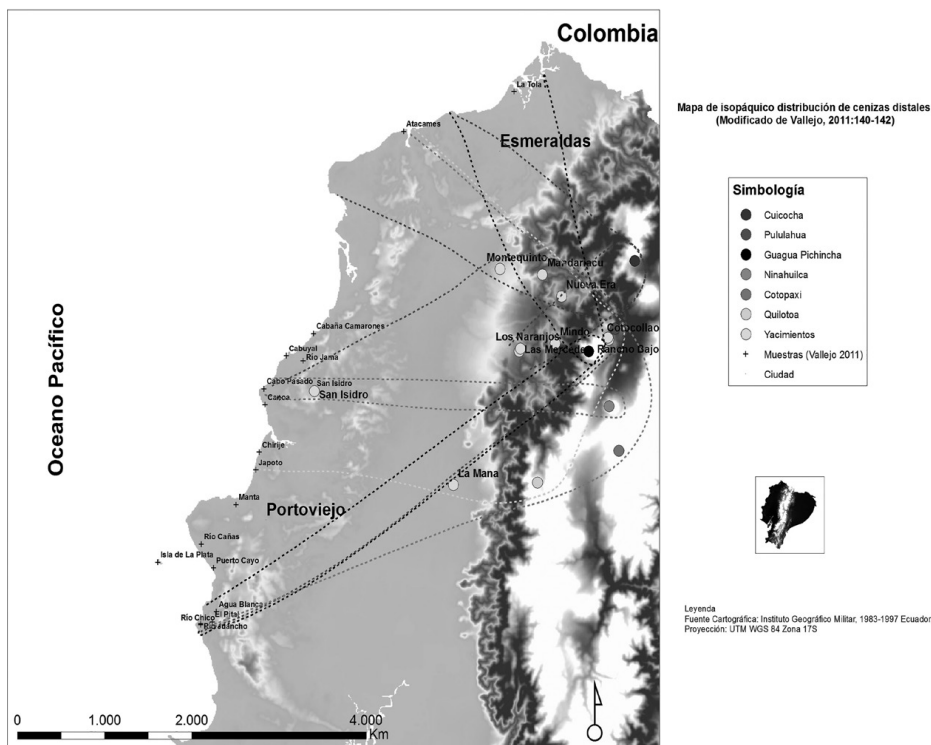


Figura 1: Mapa de isopáquico distribución de cenizas distales (Modificado de Vallejo, 2011: 140-142).

población que vivía en el valle, si se asume una perfecta correspondencia entre el espesor de la tefra y el grado de impacto de la misma, donde los sedimentos volcánicos fueron transportados de las laderas hacia el fondo del valle. Entonces, la sociedad Jama Coaque I tuvo que migrar a otras áreas, ya que el sector del valle estuvo desocupado por un lapso de 300 años.

Si se aplicaran los fechados radiocarbónicos que son concordantes entre esos yacimientos del valle del río Jama (tefra 3) y La Maná (tefra 2), indicaría que tienen el mismo origen eruptivo; no obstante, este no es un marcador guía interregional para dividir el Desarrollo Regional de Integración, más bien sería un marcador interregional que divide el periodo de Desarrollo Regional. Los resultados obtenidos hasta el momento indican que el Pululahua es un marcador guía interregional y cubre una amplia región, así como también el Quilotoa que marca un cambio de período; del Desarrollo Regional a Integración, datos que se registran en el pAO (La Maná, Las Mercedes, Los Naranjos) y en la línea de la Costa (Atacames, Japoto, Canoa y Jama), según Vallejo (2011). Sin embargo, no todas las tefras precipitadas hacia el occidente se esparcieron en la Costa (Figura 1 y Tabla 1). Algunas, como la del Guagua Pichincha (290 AP), se identifican en los yacimientos del pAO y cubren el período de Integración; probablemente, en la LIAC, esta tefra puede haberse lavado o retrabajado.

Tabla 1: Resultado de identificación de cenizas distales (Vallejo, 2011:138).

Volcán	Edad (AP)	Muestras de cenizas distales						
Más joven que Quilotoa		Cabaña Camarones			Jama			
Quilotoa	800	Atacames	Cabaña Camarones	Jama	San Isidro	Río Muchacho	Canoa	Japoto
Guagua Pichincha	1100	La Tola-El Indio						
	3550	El Pital			Río Chico			
Ninahuilca	2270	San Isidro			Río Muchacho			
Pululahua	2485	San Isidro	Río Muchacho	Cabo Pasado	Manta		Río Salango	
		Aguas Blancas			El Pital		Río Juancho	
Cuicocha	2990	Atacames						
Cotopaxi	5940-5830	Atacames	San Isidro	Río Muchacho	Canoa	Manta Rocafuerte	Manta Crucita	
		Est. Chirije	Río Cañas	Isla de La Plata		Aguas Blancas	Río Chico	
Cotopaxi más antigua		Atacames			Manta Rocafuerte		Manta Crucita	

## Métodos

### *Estratigrafía de los yacimientos*

Los dos yacimientos estudiados se localizan en la cuenca alta del río Esmeraldas y son: Las Mercedes (N3B2-002), ubicado en las coordenadas UTM WGS 84 721600E/9981020N, a una altura de 758 m. s. n. m. y Los Naranjos (N3B2-003), en las coordenadas 722469E/9982535N, a una altura de 751 m. s. n. m., en la cuenca del Estero Andino, al nororiente de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas (Figura 2).

La descripción de los estratos se realizó tomando como referencia el protocolo de descripción de suelos de la FAO. Los sedimentos descritos difieren en estructura y consistencia; la secuencia estratigráfica se indica con números romanos, empezando desde el sedimento arcilloso estéril de la base hasta el suelo actual; y la profundidad donde aparece cada estrato está dada en metros bajo superficie (m. b. s.) y el grosor, en centímetros.

Se consideró el perfil norte de la unidad 1 del yacimiento N3B2-002, con una profundidad de 2,20 m y una secuencia de 15 estratos (Figura 3). El perfil este del yacimiento N3B2-003 tiene una longitud de 16 m y 2,70 m de alto (Figura 4), así como la unidad 1 con 16 estratos registrados.

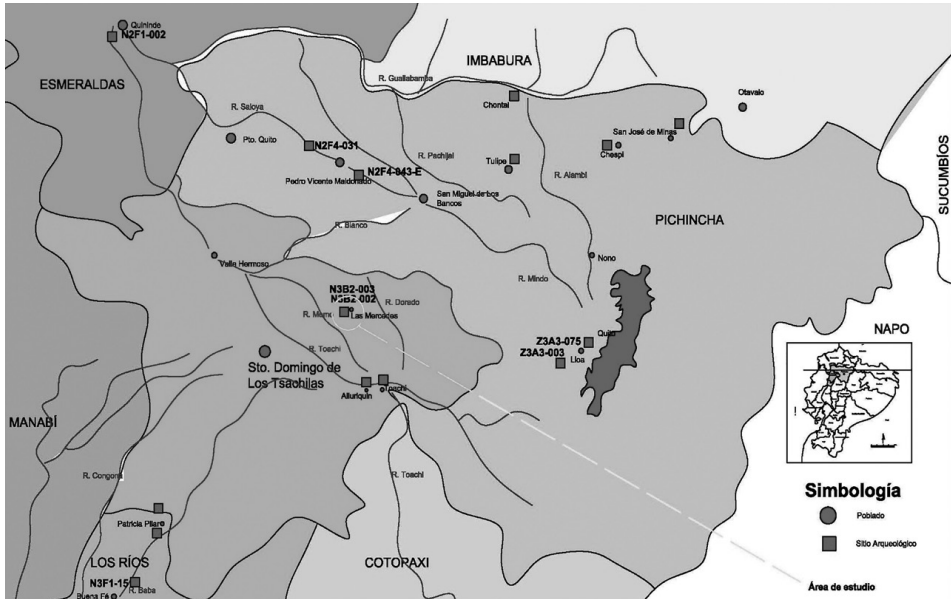


Figura 2: Localización del área de estudio

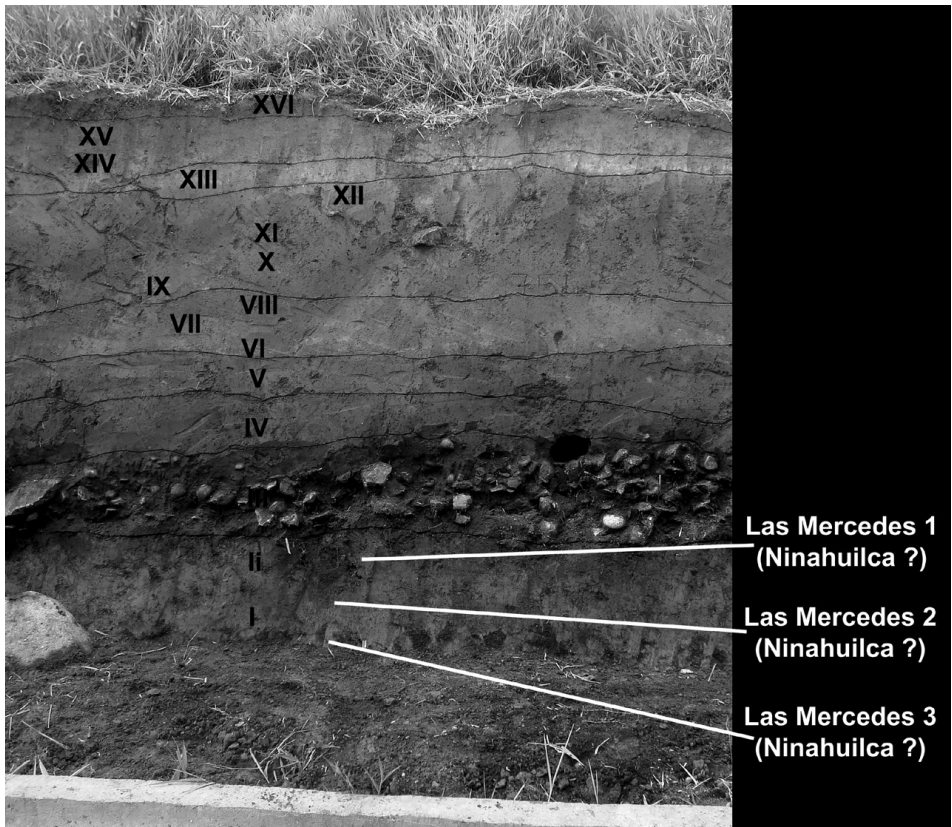


Figura 3: Sitio Las Mercedes N3B2-003, perfil norte



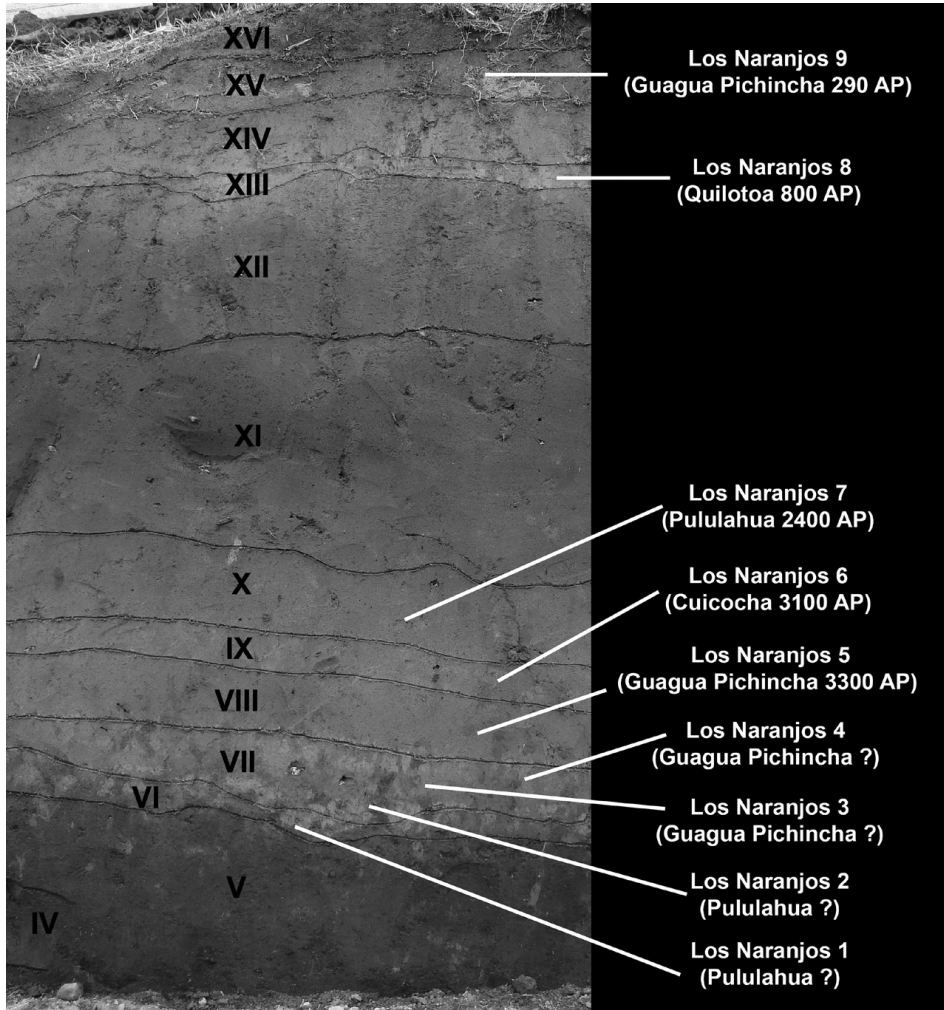


Figura 4. Sitio Los Naranjos N3B2-003, perfil este

### ***Téfcronología***

El estudio petrográfico se realizó en el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional. Las cenizas de los sitios Los Naranjos N3B2-003 y Las Mercedes N3B2-002 fueron obtenidas de los estratos definidos en la excavación; allí se recolectaron nueve muestras del perfil este del sitio N3B2-003 Los Naranjos, provenientes de los estratos XV (n=1), XIII (n=1), X (n=1), IX (n=1), VIII (n=1), VII (n=2) y VI (n=2) (Figura 3). Asimismo, en el sitio Las Mercedes-N3B2-002, se hallaron tres muestras del estrato II (Figura 4). Para este estudio, se realizaron dos tipos de análisis: visual bajo microscopio binocular y geoquímico, con la finalidad de encontrar rasgos característicos de las muestras. El primero ayuda a determinar rasgos característicos morfológicos, texturales, mineralógicos, etc.; mientras que el segundo realiza un estudio de las relaciones entre elementos mayores y/o en traza de las cenizas.

Para cada componente de estudio, los factores más importantes para la correlación fueron los siguientes:

**Pómez:** color, forma, brillo, vesicularidad, inclusiones minerales, estructuras fluidales, alteración.

**Minerales:** color, brillo, inclusiones minerales, fracturamiento, alteración.

**Vidrio:** color, brillo, forma, inclusiones minerales, estructuras fluidales, fracturamiento, alteración.

**Líticos:** color, forma, vesicularidad, alteración.

Para la correlación de las cenizas de Los Naranjos-Las Mercedes, se han tomado ocho muestras proximales de cinco volcanes: Cuicocha, Guagua Pichincha, Ninahuilca, Pululahua y Quilotoa.

### ***Cronología de radiocarbono***

Los análisis estuvieron a cargo de los laboratorios Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory de Miami, Florida. Se enviaron a datar 10 muestras de carbón, cinco de ellas recuperadas en la unidad 1 del sitio Los Naranjos, asociado a los estratos XI (n=1) y III (n=4); y las cinco restantes del sitio Las Mercedes, recuperadas en los estratos V (n=1), y III (n=4), bajo el criterio de obtener fechas absolutas para los principales contextos de las ocupaciones registradas durante las excavaciones.

### ***Resultados***

*Estratigrafía de los sitios Los Naranjos N3B2-003 y Las Mercedes N3B2-002*

De abajo hacia arriba, se distinguen los siguientes estratos (Tabla 2):

Estratos I y II lo componen sedimentos piroclásticos de coloración en húmedo 10YR 5/8 *yellowish brown* y en seco 10YR 5/4 *yellowish brown*. De estos dos, solo el estrato I fue observado en la unidad 1 del sitio N3B2-003, ya que esta unidad fue excavada hasta una profundidad de 4,70 m, debido a la intrusión de rasgos antrópicos a los estratos II y I. El estrato II se registra en las unidades excavadas de los sitios mencionados, así como también en los cortes expuestos del carretero (Tabla 2); los suelos volcánicos descritos se asocian a la formación San Tadeo.

Estratos III-IV-V lo componen tres suelos limo-arenoso, los mismos que se registran en todos los perfiles (Tabla 2). El estrato III corresponde a la ocupación pre-cerámica, es decir, al primer momento ocupacional. La matriz de este depósito es un sedimento arcillo-limoso de color 10YR 2/1 *black*, de estructura granular y de consistencia moderada. La muestra de fitolitos recuperada en este depósito permitió identificar gramíneas, comúnmente conocidas como pastos. Las formas más destacadas son buliformes y cuadrangulares, pertenecientes posiblemente a los géneros: *Panicum*, *Urocloa*, *Tripsacum* o *Gynerium*; se presentan también estructuras de palmas estrelladas y estructuras de palmas de los géneros *Attalea*. El conjunto artefactual lítico en ambos sitios comprende nódulos, golpeadores,

núcleos, preformas, bifaces, lascas, residuos y desechos.

Por encima de esta ocupación, se determinó una segunda ocupación en el estrato IV, asociada a cerámica de filiación cultural Chorrera, referida al Formativo Tardío. El estrato se compone de un sedimento de color 10YR 2/2 *very dark brown*; este depósito arcillo-limoso de estructura granular, ligeramente plástico y ligeramente adherente, mostró además de restos cerámicos, artefactos líticos elaborados en materiales criptocristalinos —como obsidiana— y no criptocristalinos —como andesita, basaltos y rocas sedimentarias—.

El estrato V presentó restos cerámicos y líticos, asociados a un depósito de color 10YR 3/3 *dark brown*, de textura arcillosa, estructura granular y de consistencia deleznable, plástica y adherente.

Los estratos VI, VII, VIII, IX y X comprenden una secuencia de tefras, que sepultan los paleosuelos anteriormente definidos (Tabla 2). Para estos estratos, considerados guías, se determinó su fuente y fecha del proceso eruptivo. Su presencia se observa en los sitios excavados, así como también en el área de estudio y fuera de ella.

El estrato XI se caracteriza por un paleosuelo de color en húmedo 10YR 2/1 *black* y es claramente definido, ya que se posee por encima de los estratos de tefra y por debajo de un sedimento limo-arenoso. En este paleosuelo, se encontraron rastros de actividad pretérita de filiación cultural Jama Coaque (Tabla 2).

Los estratos XII, XIII, XIV y XV comprenden un sedimento arcillo-arenoso, registrado en los estratos XII y XIV, y dos tefras que corresponden al volcán Quilotoa (XIII) y al Guagua Pichincha (XV) (Tabla 2). Por su parte, el estrato XVI comprende el suelo orgánico actual (Tabla 2).

Los tres perfiles documentados presentan importantes similitudes, que sugieren la existencia de procesos de una sedimentación paralela. En los estratos guía, como las tefras (estratos VI, VII, VIII, IX y X) que separan los paleosuelos (estratos III, IV y V), tanto sus propiedades como la posición estratigráfica sugieren un origen común, es decir, sedimentos volcánicos por transportación eólica.

El estrato XI, el cual se apoya inmediatamente sobre los estratos de ceniza volcánica, se puede observar en los dos yacimientos, aunque existe una leve diferencia en la intensidad del color, que es más oscuro en Los Naranjos N3B2-003. Los estratos subsiguientes (XII, XIII, XIV y XV) corresponden a sedimentos areno-arcillosos intercalados por tefras, hecho que es reconocido en los perfiles estudiados. Por último, se tiene el suelo actual.

La excavación arqueológica y la correlación estratigráfica de los sitios evidencian la existencia de cuatro estratos con restos arqueológicos; los tres primeros son continuos. En el estrato III, se registra parte de un taller lítico y, en los dos siguientes, pero en diferentes épocas, además de restos líticos, se hallaron rastros de fragmentos cerámicos, así como también rasgos de actividades humanas. Luego de una serie de eventos naturales que ocurrieron en el Holoceno Medio

Tabla 2. Matriz de correlación estratigráfica

Descripción Estratos	Perfil Este Unidad 1 Sitio N3B2-003 Los Naranjos	Perfil Norte Unidad 1 Sitio N3B2-002 Las Mercedes	Corre Talud Este Sitio N3B2-003 Los Naranjos
	Sec. Estratigráfica	Sec. Estratigráfica	Sec. Estratigráfica
Mezcla de sedimentos	Relleno Moderno	XVI	XVI
Suelo Orgánico	XVI	XV	XV
Tefra volcán Guagua Pichincha	XV	XIV	XIV
Sedimento Areno arcilloso	XIV	XIII	XIII
Tefra volcán Quilotoa	XIII	XII	XII
Sedimento Arcillo arenoso	XII	XI	XI+R1
Ocupación Jama Coaque	XI+R1	X	X
Tefra volcán Pululahua	X	IX	IX
Tefra volcán Cuicocha	IX	VIII	VIII
Tefra volcán Guagua Pichincha ?	VIII	VII	VII
Tefra volcán Pululahua ?	VII	VI	VI
Tefra volcán Pululahua ?	VI	V	V
Paleosuelo con restos culturales	V	IV	IV
Ocupación Chorrera	IV	III	III
Ocupación Precerámica	III+R2 y R3	II	
Tefra	II		
Tefra	I		

(erupciones volcánicas), se registra el último estrato con presencia de restos artefactuales, que muestra características diagnósticas de la filiación cultural Jama Coaque. Este estrato es el último en presentar restos de actividad pretérita, ya que fue sepultado por sedimentos volcánicos.

### ***Resultados tefrocoronológicos***

Como comentario preliminar, hay que tomar en cuenta que las cenizas son propensas a meteorización, erosión, condiciones climáticas de la zona y retrabajamiento. Además, mayoritariamente se conservan aquellas provenientes de grandes eventos, que tienen espesores apreciables. Para la correlación, se han considerado los minerales más importantes que son: biotita, augita, hipersteno y hornblenda, con sus características respectivas. Sobre la base de estos aspectos y de acuerdo con la composición mineralógica de las cenizas distales (las recuperadas en los yacimientos), se realizó la correlación con las cenizas proximales (de los volcanes padres) (Tablas 3 y 4).

Tomando en cuenta que se pueden perder minerales por el transporte, los porcentajes no serán los mismos, pero se mantendrá un mineral predominante que será la clave para la correlación de las cenizas; la forma de algunos componentes puede variar un poco, por la corrosión durante el transporte y la depositación de la ceniza.

Según estas características, se pudo correlacionar las muestras de Los Naranjos # 5, 6, 7, 8 y 9 (Figura 4 y Tabla 5); mientras que, en las cenizas de Los Naranjos # 1, 2, 3 y 4 y Las Mercedes # 1, 2, 3, solamente fue posible dar con una posible fuente, ya que corresponden a cenizas más antiguas de las muestras proximales analizadas (Figuras 3 y 4 y Tabla 5).

Tabla 3: Muestras volcanes padres (proximales)

SITIO	COMPONENTES (%)					MINERALES (%)					PÓMEZ			VIDRIO			Vesicularidad de pómez			
	MIN	POM	VIDR	LIT	Plag	Hb	Aug	Biot	Hip	Magn	Cz	Fs	Hem		HIL	MEL	SHRD	baja	media	alta
Quilotoa 800 a AP	93	5	2	-	56	9	5	14	5	-	5	-	-	blanca	x					x
Guagua Pichincha 1000 a AP	88	10	2	-	44	9	9	-	22	4	1	-	-	amarillenta	x					x
Guagua Pichincha 1660 AD	88	10	3	-	40	9	9	-	26	4	1	-	-	blanca			x			x
Ninahuilca 2300 a AP	92	7	1	-	55	3	9	-	18	5	2	-	-	blanca			x			
Pululahua 2400 a AP	93	5	2	-	37	23	28	-	-	5	-	-	-	blanca			x			x
Cuicocha 3100 a AP	78	15	2	5	47	16	8	-	2	4	2	-	-	blanca	x				x	
Guagua Pichincha 3300 a AP	89	10	1	-	49	13	2	-	20	4	1	-	-	blanca	x				x	
Ninahuilca 4600 a AP	93	5	2	-	56	5	9	-	14	5	5	-	-	blanca		x				x

Simbología

- MIN: Minerales
- POM: Pómez
- VIDR: Vidrio
- LIT: Líticos
- Plag: Plagioclasa
- Hb: Horblenda
- Aug: Auguita
- Biot: Biotita
- Hip: Hipersteno
- Magn: Magnetita
- Cz: Cuarzo
- Fs: Feldespato de K
- Hem: Hematita
- HIL: Hilos de vidrio
- MEL: Melcocha
- SHRD: Shards

Tabla 4: Muestras distales

Los Naranjos Las Mercedes	COMPONENTES (%)						MINERALES (%)						PÓMEZ			VIDRIO			Vesicularidad de pómez	
	MIN	POM	VIDR	LIT	Plag	Hb	Aug	Biot	Hip	Magn	Cz	Fs	Hem	HIL	MEL	SHRD	baja	media	alta	
Muestra																				
Los Naranjos #9	92	5	-	3	60	18	5	-	5	3	-	-	2					x		
Los Naranjos #8	94	5	1	-	61	19	3	9	-	-	-	-	2		x			x		
Los Naranjos #7	72	22	3	3	47	14	4	-	-	2	-	4	1	xx			x			
Los Naranjos #6	75	22	3	-	49	15	4	-	2	2	-	4	-	x		x				
Los Naranjos #5	70	23	-	7	39	18	4	-	4	4	1	2	-				x			
Los Naranjos #4	88	7	-	5	44	31	7	-	-	4	2	-	-				x			
Los Naranjos #3	88	7	-	5	44	35	6	-	-	-	3	-	-			x				
Los Naranjos #2	75	20	-	5	38	15	15	-	-	5	-	2	-			x				
Los Naranjos #1	55	40	-	5	28	19	6	-	-	3	-	-	-			x				
Las Mercedes #1	97	-	-	3	63	10	2	-	15	5	-	3	-							
Las Mercedes #2	90	8	-	2	50	18	5	-	14	5	-	-	-							
Las Mercedes #3	91	5	1	3	55	5	18	-	9	5	-	-	-		x	x				

## Simbología

MIN: Minerales Plag: Plagioclasa Hip: Hipersteno Hem: Hematita  
 POM: Pómez Hb: Horienda Magn: Magnetita HIL: Hilos de vidrio  
 VIDR: Vidrio Aug: Auguita Cz: Cuarzo MEL: Melcocha  
 LIT: Líticos Biot: Biotita Fs: Feldespato de K SHRD: Shards

Tabla 5: Correlaciones por mineralogía

Muestra	Minerales %	Hip	Biot	Hbd	Aug	Cz
Los Naranjos #9	92	5	-	-	5	-
Los Naranjos #8	94	-	9	9	3	-
Los Naranjos #7	72	-	-	-	4	-
Los Naranjos #6	75	2	-	-	4	-
Los Naranjos #5	70	4	-	-	4	1
Los Naranjos #4	88	-	-	-	7	2
Los Naranjos #3	88	-	-	-	6	3
Los Naranjos #2	75	-	-	-	15	-
Los Naranjos #1	55	-	-	-	6	-
Las Mercedes #1	97	15	-	-	2	-
Las Mercedes #2	90	14	-	-	5	-
Las Mercedes #3	91	9	-	-	18	-
Volcán	Minerales %	Hip	Biot	Hbd	Aug	Cz
Quilotoa 800 a AP	93	5	14	14	5	5
Guagua Pichincha 1000 a AP	88	22	-	-	9	1
Guagua Pichincha 1660 AD	88	26	-	-	9	1
Ninahuilca 2300 a AP	92	18	-	-	9	2
Pululahua 2400 a AP	93	-	-	-	28	-
Cuicocha 3100 a AP	78	2	-	-	8	2
Guagua Pichincha 3300 a AP	89	20	-	-	2	1
Ninahuilca 4600 a AP	93	14	-	-	9	5

Como resultado de los análisis de la correlación mineralógica de las cenizas obtenidas en los dos sitios estudiados, surgió el siguiente dato cronológico, así como se demuestra en la Tabla 6.

Tabla 6: Resultado de correlación mineralógica

Sitio	Muestra	Estrato	Erupción	Edad
Los Naranjos	9	XV	Guagua Pichincha	1660 AD
Los Naranjos	8	XIII	Quilotoa	800 a AP
Los Naranjos	7	X	Pululahua	2400 a AP
Los Naranjos	6	IX	Cuicocha	3100 a AP
Los Naranjos	5	VIII	Guagua Pichincha	3300 a AP
Los Naranjos	4	VII	Guagua Pichincha	?
Los Naranjos	3	VII	Guagua Pichincha	?
Los Naranjos	2	VI	Pululahua	?
Los Naranjos	1	VI	Pululahua	?
Las Mercedes	1	I	Ninahuilca	?
Las Mercedes	2	I	Ninahuilca	?
Las Mercedes	3	I	Ninahuilca	?



***Edad de las ocupaciones prehistóricas en Los Naranjos y Las Mercedes: datos radiocarbónicos***

Correlacionando los estratos de los yacimientos estudiados, lo primero que salta a la vista de los resultados son ocho fechas tempranas procedentes del estrato III, que se enmarcan dentro de un rango que va entre el 7410 y el 6400 años AP.

La estratigrafía revisada previamente a la excavación de los estratos con componente lítico mostró, sobre el estrato III de Las Mercedes y Los Naranjos, dos estratos continuos IV y V, con restos artefactuales cerámicos y líticos. La muestra tomada del contexto excavado en el estrato V de Las Mercedes dio un resultado cronométrico de 3070 años AP (Tabla 7).

*Tabla 7: Fechas radiocarbónicas de los sitios N3B2-02 Las Mercedes y N3B2-003 Los Naranjos*

Sitios	#Beta	Unidad	Nivel c.m.b.s	Estrato	Ocupación	Edad en años 14 C AP	Fecha años cal. AP
N3B2-003	298334	1	160-175	III	Cazadores recolectores	5800+/-40	6670-6480
	298335	1	160-175	III	Cazadores recolectores	6050+/-40	6940-6740
	298336	1	175-190	III	Cazadores recolectores	5830+/-40	6680-6490
	298337	1	130-140	III	Cazadores recolectores	5550+/-40	6400-6280
	298338	1	110-120	V	Formativo	2840+/-40	3070-2860
N3B2-002	308948	1	170	XI	Desarrollo regional	2230+/-30	2330-2140
	308947	1	390-420	III	Cazadores recolectores	6400+/-30	7410-7400
	308946	1	350-360	III	Cazadores recolectores	6410+/-30	7410-7390
	308945	1	320-330	III	Cazadores recolectores	6090+/-40	7000-6800
	308944	1	280-300	III	Cazadores recolectores	6130+/-30	7160-6940 BP

Sobre el estrato V descansa una serie sucesiva de sedimentos volcánicos, que cubren las ocupaciones datadas. Sin embargo, por encima de estos, se encuentra el estrato XI, con clara evidencia de actividad humana —que se define con mayor exactitud en Los Naranjos—; la muestra tomada para fechar dio un resultado más tardío, de 2330 años AP (Tabla 7).

Los datos obtenidos demuestran que existen varios momentos ocupacionales fechados unos en el Holoceno Medio y otros en el Tardío. Las ocupaciones en

el Holoceno Medio registraron dos momentos ocupacionales, el primero con un tiempo de duración aproximado de 700 años (7410+/-30 años AP a 6670+/-40 años AP) y una pausa de 250 años, y el segundo con una reocupación, por segunda ocasión, en el 6400+/-40 años AP (Tabla 7).

En el Holoceno Tardío surgieron ocupaciones en tres ocasiones, la primera después del último momento del Holoceno Medio (ocupación que no fue fechada, estrato IV), seguida de una ocupación fechada en el 3070+/-40 AP (estrato V). Luego de este momento ocupacional, marcado cronológicamente en el período Formativo, aparece una serie sucesiva de eventos naturales (siete erupciones volcánicas), fechados entre el 3300 AP al 2400 AP. Terminados estos eventos naturales, el área fue reocupada en el 2300 AP, que es la última ocupación en esos dos yacimientos.

Como se observa, existe una pausa muy amplia de años entre la segunda y la tercera ocupación durante el Holoceno Medio, por lo que queda todavía un vacío por explicar. Estas interrogantes deben ser analizadas por medio de otros estudios complementarios.

## Discusión

Estos análisis han proporcionado la identificación de tefras y su data; no obstante, algunas no pueden ser identificadas, debido a que son cenizas retrabajadas y de otras no se determina su fuente. Aportes anteriores realizados en la LIAC y pAO afirmaron las bases para lograr definir marcadores guía a nivel interregional. Investigaciones arqueológicas y vulcanológicas aportan datos para conocer la distribución de cenizas holocénicas en la Costa de Ecuador, las cuales amplían su rango de distribución. Dichas cenizas indican que existen varios horizontes geológicos interregionales, así como series sucesivas de depósitos de tefra, que producen hitos en el desarrollo de las culturas.

Los estratos de origen volcánico caracterizados en los yacimientos de Las Mercedes y Los Naranjos indican que los grupos humanos que habitaron la cuenca fueron afectados a partir del Holoceno Medio, en diferentes etapas. Los estratos registrados se correlacionan de un lugar a otro y así se obtienen marcadores guía, los cuales dan la pauta para entender la cronología de la cuenca y, asociados con la datación radiométrica <sup>14</sup>C y la caracterización cerámica, han sido esenciales para analizar la secuencia ocupacional. Tres grupos de tefras han sido identificadas y muestreadas, las mismas que permiten reconocer diferentes episodios, tales como ocupación, abandono y reocupación de la cuenca, episodios que tienen que ver con erupciones continuas que produjeron variaciones climáticas en la región y fuera de ella (Hall y Mothes, 1998; Zeidler e Isaacson, 2003; Isaacson, 1994; Vallejo, 2011).

El primer grupo de tefras está constituido por las pertenecientes al volcán Ninahuilca (no hay datos de fecha, solo de fuente), donde la intensidad volcánica ocurrida ca. 8200 años AP (Hall y Mothes, 1998), probablemente, haya sepultado ocupaciones más tempranas. Sobre estos depósitos piroclásticos comienza a for-

marse un paleosuelo o estrato III y es en este estrato que se registra una ocupación de cazadores recolectores tempranos (CRT), fechada en *ca.* 7410 años AP.

Después de la ocupación CRT, se encuentran dos ocupaciones continuas asociadas a los estratos IV y V, donde se desarrollaron uno o más grupos humanos que incorporaron otra innovación tecnológica, como la cerámica (Constantine, 2014). Estos grupos humanos, de filiación cultural Chorrera —definida por sus características cerámicas— (Damp, 2010; Chacón, 2004; Zedeño, 1985), habitaron hace aproximadamente 2840 años AP, en el Formativo Tardío, y permanecieron en el área hasta que otro episodio de repetidas erupciones volcánicas (Pululahua, Guagua Pichincha y Cuicocha, grupo de tefra 2) cambió el clima en la cuenca; de esta manera quedó abandonada el área por 500 años. A partir del *ca.* 2200 años AP, los yacimientos fueron reocupados por grupos de filiación Jama Coaque I; probablemente, estos no estuvieron asentados en el área por un largo tiempo, pues la misma se vio nuevamente afectada por las erupciones del Quilotoa y el Guagua Pichincha (grupo de tefra 3). Así, la cuenca fue abandonada por segunda ocasión, para volver a ser ocupada por última vez al finalizar la época prehispánica, es decir, en el periodo de Integración.

Los actuales datos geofísicos y los estudios arqueológicos anteriores a este nos indican que no todas las tefras depositadas en los yacimientos arqueológicos se correlacionan. El mapa isopáquico de Vallejo (2011) muestra la distribución de las cenizas de los volcanes que causaron mayor impacto, como el Quilotoa 800 AP, que tuvo un rango de acción amplio desde Atacames —al sur de la provincia de Esmeraldas— hasta Japoto —en el centro norte de Manabí— (Tabla 1 y Figura 1). Las muestras de los yacimientos del pAO coinciden dentro del rango de dispersión de esta ceniza. Es posible decir que este es un marcador guía interregional, que divide los periodos de Desarrollo Regional y el de Integración, que se registra en yacimientos de La Maná, Las Mercedes y Los Naranjos (pAO), Atacames, Japoto, río Muchacho, San Isidro, río Jama y Cabaña Camarones (LIAC).

El volcán Guagua Pichincha presenta diferentes ciclos eruptivos, uno de ellos fechado en el 8150 AP, y cubre una ocupación de cazadores recolectores fechado por Domínguez (*et al.*, 2003) en el 10 500 AP. Vallejo (2011) registró uno en el 3550 AP, su rango de acción se orienta hacia el suroccidente de la provincia de Manabí y cubre los yacimientos de El Pital y río Chico (Figura 1); según Zeidler e Isaacson (2003: 88), esta ceniza puede correlacionarse con la tefra 1 del valle de Jama, ampliando el rango de distribución hacia el noroccidente de Manabí central (Figura 1).

En Las Mercedes y Los Naranjos, se identificaron tres tefras continuas del Guagua Pichincha; la superior es la fechada en el 3300 AP, que corresponde a la actividad explosiva del volcán entre el 4000 a 3000 AP, durante el Holoceno Medio. La muestra del yacimiento Las Balsas, con fecha 1100 AP, proporciona el dato de un marcador guía que divide el periodo de Desarrollo Regional y el de Integración en esa área, dado que el viento direccionó la ceniza de la erupción rumbo al norocci-

dente de la provincia de Esmeraldas (Figura 1). La erupción del 290 AP se registra en los yacimientos de Las Mercedes, Los Naranjos, Nambillo y Nueva Era. Esta tefra cubrió el noroccidente y nororiente de Pichincha y Santo Domingo de los Tsáchilas; así, es probable que la ceniza se haya expandido hacia la LIAC y que estas no se presenten por motivos tafonómicos.

La erupción del Ninahuilca se direccionó en sentido este-oeste hacia Manabí centro-norte (Figura 1). El rango de dispersión alcanzó La Maná, evento eruptivo que ocurrió en el período Formativo Tardío; sin embargo, en la prospección regional del valle del río Jama no se presenta. El muestreo de Vallejo (2011) realizado nuevamente en San Isidro identifica esta tefra con una fecha de 2270 AP.

El evento eruptivo del Pululahua 2300 AP lo condiciona como un marcador interregional similar al Quilotoa, Ninahuilca y Guagua Pichincha del 3550 AP. La erupción abarcó una extensa zona y cubrió las ocupaciones del Formativo Tardío en los yacimientos del pAO (Las Mercedes, Los Naranjos, Nambillo y Nueva Era) y LIAC (Salango, El Pital, río Juancho, río Muchacho, Agua Blanca y San Isidro). Si bien su campo de acción es amplio, no se registró esta tefra en La Maná, quizás porque la precipitación de ceniza en el área fue muy débil a comparación de las otras.

La muestra del Cuicocha correspondiente a la fase eruptiva B (2990 AP) se focaliza en el centro de la provincia de Esmeraldas hacia el norte de Manabí (Vallejo, 2011). Si bien los vientos direccionan la orientación de las cenizas, es probable que, en los diferentes pulsos eruptivos, los vientos dispersaran las cenizas del Cuicocha hacia otros sectores, como sucede con las erupciones del Guagua Pichincha (Figura 1). Este factor indica que probablemente en el pulso eruptivo 3100 AP, correspondiente a la fase C (Hall y Mothes, 1998: 31), se dirigió hacia el suroccidente y así se identificó esta tefra en los yacimientos de Las Mercedes y Los Naranjos (Figura 1).

Cotopaxi ha producido dos tipos de erupciones en su larga historia: una de tipo andesítica (erupciones leves) y otra riolítica (erupciones grandes y de amplia distribución). Los cinco episodios riolíticos empiezan, según Hall (*et al.*, 2008), a partir del Holoceno Temprano; no obstante, hasta el momento no existen registros de las tres primeras erupciones asociadas a depósitos culturales.

Los episodios 4 y 5, fechados en el 5940-5830 AP, afectaron un área que se circunscribe, en el continente, desde Atacames al sur de Esmeraldas— hasta río Chico —al sur de Manabí—; sus cenizas llegaron hasta la isla de La Plata, ubicada 50 km de la línea de Costa (Figura 1). En las prospecciones regionales del valle de Jama y La Maná, no se registran cenizas correspondientes a estas edades; sin embargo, Vallejo (2011) reporta esta tefra subyacente en los yacimientos de río Chico y la isla de La Plata; mientras que en Atacames cubre Valdivia, dato curioso debido a que temporalmente no coincide, lo que sugiere corregir la fecha u observar el proceso deposicional o posdeposicional. La muestra de esta tefra se tomó en San Isidro y Chirije, pero sin asociación cultural sobre o por debajo de la misma. Cabe señalar que el yacimiento Chirije no presenta ocupación del Formativo Temprano. En La

Maná, cenizas más jóvenes del Cotopaxi (2760-2670 AP) cubren la ocupación del Formativo Tardío inicial (Guillaume-Gentile, 2013).

Los datos que se discuten proporcionan una serie de interrogantes que se deben analizar, por ejemplo: el muestreo, la calibración de fechas y los procesos deposicionales y posdeposicionales. Como se ha revisado, se tomaron muestras en áreas investigadas, como el valle del río Jama, donde no se detectaron tefras del Quilotoa ni del Ninahuilca; probablemente, deben haber existido procesos posdeposicionales en las áreas muestreadas. En la estratigrafía de Atacames con respecto a la tefra del Cotopaxi 5940-5830 AP), debe tomarse en consideración los procesos de formación del yacimiento, ya que no coincide a nivel temporal con la fase inicial de la sociedad Valdivia.

Tenemos que ser conscientes de que la dirección de los vientos juega un rol importante en la dispersión de las cenizas, como sucede con las erupciones del Guagua Pichincha y del Cuicocha. A pesar de ello, la información obtenida contribuye a evaluar la interpretación del proceso histórico ocupacional de la Costa ecuatoriana, así como también permite seguir afinando la cronoestratigrafía a través de marcadores guía, los mismos que deben complementarse con otros estudios, ya que es importante tratar de resolver el silencio arqueológico que existe en torno a la cronoestratigrafía y cronología de la historia aborígen de Ecuador en la Costa.

## Conclusiones

Si bien la vulcanología y el método tefrocronológico son técnicas concomitantes aplicadas a los estudios del Cuaternario, las huellas geológicas, como marcador guía interregional y regional, proporcionan información precisa para datar una unidad estratigráfica, debido a la particularidad o exclusividad de una determinada época, que permite obtener un modelo retrodictivo que explique si estos eventos naturales actuaron como impulsores de cambio cultural y ambiental (Lowe *et al.*, 2011; Zeidler y Isaacson, 2003).

Las investigaciones pioneras aportaron con la identificación de hiatos en el progresivo desarrollo de las culturas prehispánicas. Los nuevos datos indican que no son solo tres, sino que pueden ser teóricamente varios eventos, probablemente ocho o más erupciones de tipo pliniano, con un índice de explosividad volcánica cataclísmica. Estos han dejado depósitos gruesos de ceniza y de distribución amplia sobre los valles y han cubierto suelos aptos para explotarlos, lo que condujo al abandono de áreas.

El registro tefroestratigráfico de los yacimientos de Las Mercedes y Los Naranjos demuestra que estos eventos naturales —registrados a partir del Holoceno Medio— fueron continuos, lo que condujo a la población a migrar a otros sectores. El yacimiento estuvo abandonado durante varios eventos y existieron varios períodos de calma, durante los cuales un nuevo grupo cultural pobló la zona, que más tarde fue abandonada y nuevamente ocupada.

## Bibliografía

- Andrade, D. (2002). *Estudio Geovulcanológico del Complejo Volcánico Pululahuá*. (Tesis inédita de Grado). Escuela Politécnica Nacional, Quito.
- Andrade, D., Ramón, P., Enríquez, W., Ramos, C., Vaca, M., Mothes, P. y Hall, M. (2005). «Sistema de detección de lahares y alertas tempranas: aplicaciones y resultados en los volcanes del Ecuador». XII Congreso Latinoamericano de Geología, Quito. *Resúmenes extendidos*.
- Aspden, J., Harrison, S. y Rundle, C. (1992). New chronological control for the tectono-magmatic evolution of the metamorphic basement, Cordillera Real and El Oro Province of Ecuador. *Journal of South American Earth Sciences*, 6 (1-2), 77-96.
- Barberi, F., Coltelli, M., Ferrara, G., Innocenti, F. y Navarro, J. (1988). Plio-Quaternary volcanism in Ecuador. *Geological Magazine*, 125 (1), 1-14.
- Chacón, R. (2004). *Un sitio Formativo Tardío en la llanura aluvial sur de la cuenca del Guayas: análisis del conjunto cerámico Samanes (Rasgos 24 y 26), Guayaquil, Ecuador*. (Tesis inédita de Grado). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil.
- Chacón, R. (2011). *Prospección arqueológica: Proyecto Hidroeléctrico Manduriacu y Línea de Transmisión, provincias Pichincha e Imbabura*. (Informe final entregado al INPC). Quito.
- Constantine, A. (2013). The early settlement of Continental Ecuador: New evidence from preceramic sites in the Tropical Rain Forest. *Quaternary International*. Recuperado de: [www.elsevier.com/locate/quaint](http://www.elsevier.com/locate/quaint)
- Constantine, A. (2014). *La Tecnología Lítica de los Cazadores Recolectores Tempranos del Piedemonte Andino Occidental: Sitios Las Mercedes y Los Naranjos. Provincia Santo Domingo de Los Tsáchilas Cantón Alluriquín-Parroquia Las Mercedes*. (Tesis de maestría inédita). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil.
- Cosma, L., Lapiere, H., Jaillard, E., Laubacher, G., Bosch, D., Desmet, A., Mamberti, M. y Gabriele, P. (1998). Pétrographie et géochimie des unités magmatiques de la Cordillère Occidental d'Équateur (0°30' S): implications tectoniques. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 169 (6), 739-751.
- Damp, J., Constantine, A., Sánchez M., Damp, N. y Vargas S. (2010). *Excavaciones arqueológicas en los Samanes*. (Proyecto: Caracterización Cultural y Elaboración de Plan de Gestión del parque Samanes). (Informe final entregado al INPC). Guayaquil.
- Dominguez, V., Constantine, A. y Sánchez, F. (2003). *Nuestro pasado a través del derecho de vía del Oleoducto de Crudos Pesados. Desde la Estación Balao en Punto Gordo (Provincia de Esmeraldas) hasta San Tadeo en el Inicio del Altiplano (Provincia de Pichincha)*. (Informe entregado al INPC). Quito.
- Dorsey, G. A. (1901). *Archaeological Investigations on the Island of La Plata Ecuador*. Chicago: Field Columbian Museum.
- Estrada, E. (1962). *Arqueología de Manabí Central*. Guayaquil: Museo Victor Emilio Estrada.
- Guillaume-Gentil, N. (2013). *Cinco mil años de historia al pie de los volcanes en Ecuador: modos de implantación, población y cronología*. Quito: FLACSO-Ecuador, Abya-Yala, IFEA.
- Hall, M. y Mothes, P. (1994). Tefroestratigrafía holocénica de los volcanes principales del valle interandino, Ecuador. En Marocco, R. (Ed.), *El Contexto Geológico del Espacio Físico Ecuatoriano* (46-67). Quito: Corporación Editora Nacional, Colegio de Geógrafos del Ecuador.
- Hall, M. y Mothes, P. (1998). La actividad volcánica del Holoceno en el Ecuador y Colombia Austral, impedimento al desarrollo de las civilizaciones pasadas. En Mothes, P. (Ed.), *Actividad Volcánica y Pueblos Precolombinos en el Ecuador* (11-39). Quito: Abya-Yala.
- Hall, M., Samaniego, P., Le Pennec, J. y Jonhson, J. (2008). Ecuadorian Andes volcanism: A review of Late Pliocene to present activity. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 176 (1), 1-6.
- Hall, M. y Beate B. (1991). El volcanismo plio-cuaternario en los Andes del Ecuador. En: Mothes, P. (Ed.), *El paisaje volcánico de la sierra ecuatoriana: Geomorfología, fenómenos volcánicos y recursos asociados* (5-17). Quito: Corporación Editora Nacional.
- Haskins, M. (1982). *Archeological Geology of Tulipe, Ecuador*. (Tesis inédita de maestría). University of Illinois, Urbana-Champaign.
- Hughes, R. y Pilatasig, L. (2002). Cretaceous and Tertiary terrane accretion in the Cordillera Occidental of the Andes of Ecuador. *Tectonophysics*, 345, 29-48.

- Isaacson, J. (1987). *Volcanic activity and human occupation of the northern Andes: The application of tephrostratigraphic techniques to the problems of human settlements in the western montaña during the Ecuadorian Formative*. (Tesis inédita de doctorado). University of Illinois, Urbana-Champaign.
- Isaacson, J. (1994). Volcanic Sediments in Archaeological Contexts from Western Ecuador. En Zeidler J., y Pearsall, D. (Eds.), *Regional Archaeology in Northern Manabí, Ecuador*, Vol. 1: *Environment, Cultural Chronology, and the Prehistoric Subsistence in the Jama River Valley (131-140)*. Memorias en Latin American Archaeology 8. Pittsburgh: University of Pittsburgh.
- Lathrap, D., Isaacson, J. y McEwan, C. (1984). On the Trail of the Finest Metallurgy of the Ancient New World: How Old Is the Classic Quimbaya Style?. *Field Museum of Natural History Bulletin*, 10-19.
- Lippi, R. (1998). *Una Exploración Arqueológica del Pichincha Occidental, Ecuador*. Quito: Museo Jacinto Jijón y Caamaño, Consejo Provincial, Unidad Coordinadora.
- Lowe, D. (2011). Tephrochronology and its application: a review. *Quaternary Geochronology*, 6, 107-153.
- Lubensky, E. (1979). Excavación arqueológica en la Hacienda La Florida, Enero 1979. (Informe preliminar entregado al Instituto Nacional del Patrimonio Cultural). Quito.
- Mc Court, W., Duque, P. y Pilatasig, B. (1988). *Geology of the Cordillera Occidental of Ecuador between 1° y 2° S*. (Report N.º 3: PRODEMICA CODIGEM-Quito, BGS-Nottingham).
- Papale, P. y Rosi M. (1993). A Case of No-Wind Plinian Fallout at Pulumahua Caldera (Ecuador): Implications for Models of Clast Dispersal. *Bulletin of Volcanology*, 55, 523-535.
- Proaño, G. (2007). *Informe Geológico de la Cuenca del Río Tatalá*. (Informe presentado a la Ing. Nelly Chalanacán). Guayaquil. Recuperado de <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/5987>
- Raymond, S., Marcos, J. y Lathrap, D. (1980). Evidence of Early Formative Settlement in the Guayas Basin, Ecuador. *Current Anthropology*, 21(5), 700-701.
- Reynaud, C., Jaillard, E., Lapierre, H., Mamberti, M. y Masclé, G. (1999). Oceanic plateau and island arcs of southwestern Ecuador: their place in the geodynamic evolution of northwestern South America. *Tectonophysics*, 307, 235-254.
- Sánchez Mosquera, A. (2007). *Estudio de Impacto Ambiental Componente Arqueológico. Proyecto Multipropósito Baba Provincia de Los Ríos*. (Informe inédito entregado al Instituto Nacional de Patrimonio Cultural). Guayaquil: Efficacitas Consultora Cía. Ltda.
- Ugalde, M. F. (2013). *Proyecto de Prospección arqueológica Rancho Bajo, Provincia de Pichincha*. (Informe entregado al Instituto de Patrimonio Cultural). Quito.
- Vallejo, S. (2011). *Distribución de las Cenizas Holocénicas-Tardías en la Costa del Ecuador*. (Tesis de grado inédita). Escuela Politécnica Nacional, Quito.
- Villalba, M. (1988). *Cotocollao: Una aldea Formativo del valle de Quito*. Miscelánea Antropológica Ecuatoriana, Serie Monográfica 2. Quito: Museos del Banco Central del Ecuador.
- Von Buchwald, O. (1912). *Ensayo Cronológico*. (Inédito). Reproducido por Costa von Buchwald, G. (2014). *El Ecuador Antiguo: el pasado en el presente*. Guayaquil: Municipalidad de Santiago de Guayaquil.
- Zedeño, M. (1985). *Análisis de cerámica Chorrera del sitio Peñón del Río*. (Tesis inédita de grado). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil.
- Zeidler J. y Pearsall, D. (1994). Regional Environment, Cultural Chronology, and Prehistoric Subsistence in Northern Manabi. En Zeidler, J. y Pearsall D. (Eds.), *Regional Archaeology in Northern Manabí, Ecuador: Environment, Cultural Chronology, and Prehistoric Subsistence in the Jama River Valley (201-216)*. Memorias en Latin American Archaeology 8. Pittsburgh, Quito: University of Pittsburgh- Ediciones Libri Mundi.
- Zeidler, J. y Isaacson J. (2003). Settlement Processes and Historical Contingency in the Western Ecuadorian Formative. En Raymond, S. y Burger, R. (Eds.), *Archaeology of Formative Ecuador (69-123)*. Washington D. C.: Dumbarton Oaks Research Library and Collections.

# Una historia complicada: Ceniza volcánica y su uso en el período Formativo Tardío en la Sierra Norte del Ecuador a través del caso del sitio «Los Soles» (sector Las Orquídeas)

---

*Eric Dyrdaahl\**, *Carlos Eduardo Montalvo Puente\*\** y  
*Viviana Valverde Arco\*\*\**

## Introducción

Los estudios sobre ceniza volcánica y sus efectos sobre las poblaciones asentadas en Ecuador han sido de gran importancia para explicar procesos de contracción cultural y poblacional durante el período prehispánico. Las investigaciones arqueológicas llevadas a cabo en Ecuador han usado los estratos de ceniza volcánica de dos maneras: 1) como un indicador cronológico (p.e. Athens, 1998; Mothes & Hall, 1998; Villalba Sevilla, 1998); y 2) como un motor para explicar la desaceleración de desarrollo en varias regiones (p.e. Figueroa Arciniega, 2015; Isaacson, 1987; Isaacson & Zeidler, 1998; Knapp & Mothes, 1998; Zeidler & Isaacson, 2003).

La historia de interacción entre la ceniza volcánica y la población del sitio Los Soles (sector Las Orquídeas) (Figura 1) demuestra otras posibilidades para ser consideradas: el uso de ceniza volcánica para delimitar áreas de actividad y para el revestimiento de hornos. En este capítulo, se presenta evidencia que sugiere que los habitantes de un sector de Los Soles utilizaron la ceniza volcánica de las erupciones del Cuicocha para estos fines. Los hallazgos que se expondrán en las siguientes páginas pueden servir como indicadores para las investigaciones —en curso y futuras— en sitios del período Formativo Tardío, en las cuales sería de gran importancia verificar si el o los estratos de ceniza fueron depositados natural o artificialmente. El factor antrópico en la formación o deposición de los estratos de ceniza volcánica en las secuencias estratigráficas de la Sierra Norte no ha sido tomado en consideración. Este factor puede ser de gran importancia para la interpretación de sitios con este tipo de evidencia.

Este trabajo se encuentra estructurado de la siguiente manera. En primer lugar, se busca dar una idea general sobre los antecedentes y los estudios, relacionados con la ceniza del volcán Cuicocha y los contextos arqueológicos de interés.

---

\* Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Pennsylvania State University. edyrdaahl@gmail.com

\*\* Sapienza Universidad de Roma, Italia. carloseduardo.montalvopuente@uniroma1.it

\*\*\* Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional. vvalverde@igepep.n.ec



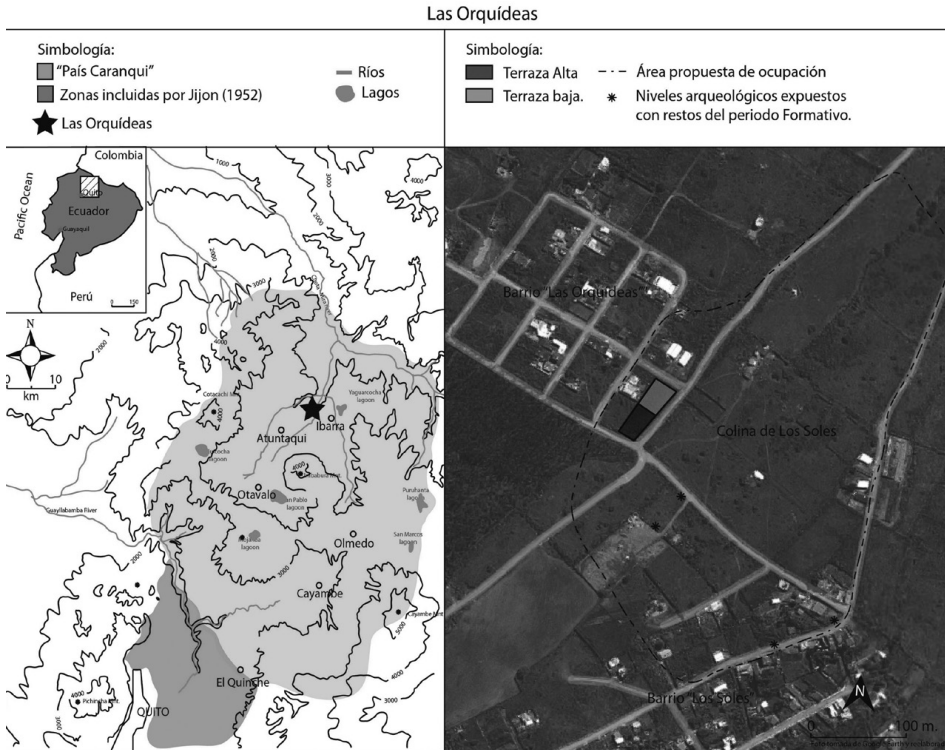


Figura 1. Mapa que indica la ubicación de la investigación en relación con pueblos modernos, en la Sierra Norte del Ecuador y con relación a la colina de Los Soles.

Más adelante, se presenta la exposición de los hallazgos más recientes del sector Las Orquídeas, en el sitio Los Soles, los mismos que sugieren el uso de la ceniza para delimitar áreas de actividad y revestir hornos. Uno de estos hallazgos, una cavidad, es comparado con estructuras similares en Mesoamérica y los Andes centrales, con el afán de estimar su posible función. Finalmente, la última sección apunta a resumir la evidencia sobre el posible uso de la ceniza por parte de poblaciones del Formativo Tardío, lo que pone en perspectiva los hallazgos hasta ahora realizados.

### Antecedentes

Hay dos argumentos relevantes que tienen antecedentes importantes para la presente investigación: 1) la distribución y la temporalidad de los productos de las erupciones del Cuicocha; y 2) los trabajos anteriores en el sitio de Los Soles. Antes de empezar, es importante explicar que todas las fechas radiocarbónicas serán presentadas siguiendo el modelo establecido por Rick (*et al.*, 2009: 90-95). Esto permite indicar los varios rangos posibles cuando se toma en consideración un rango de error de hasta 2 sigmas. Todas las fechas fueron calibradas utilizando OxCal v. 4.2 y la calibración IntCal13. Se recalibraron y se expresaron en el modo

ya descrito, además, las fechas presentes en las publicaciones citadas, con el afán de facilitar la comparación entre las mismas y las obtenidas para el sector Las Orquídeas, aquí expuestas.

## **Documentación de ceniza de las erupciones del Cuicocha**

A pesar de los escasos estudios geológicos publicados sobre la actividad pasada del volcán Cuicocha, los existentes revelan que los procesos eruptivos del mismo fueron prolongados. Partiendo desde el período histórico, han sido identificadas al menos cuatro fases eruptivas, dos de las cuales produjeron flujos piroclásticos. La datación de las fases que resultaron en flujos piroclásticos las colocan entre el 1728/1692-971/937 cal a. C. (Fase C) y 1953-471/430 cal a. C. (Fase B) (Hall & Mothes, 1994: 49-50; 1998: 16; Vallejo Vargas, 2011: 26; von Hillebrandt Mayo, 1989). Estas fases, además de flujos piroclásticos, produjeron columnas eruptivas, cuyas cenizas se depositaron en lugares lejanos, como la Costa ecuatoriana hacia el oeste e Imantag hacia el este, además de centros poblados como Otavalo y Atuntaqui (Hall & Mothes, 1998: 16; Vallejo Vargas, 2011: 142).

Desde la perspectiva petrográfica, las cenizas de las dos fases eruptivas con flujos piroclásticos no pueden ser diferenciadas entre sí, pues sus componentes presentan características muy similares (Hall & Mothes, 1994: 49). La ceniza está formada por los siguientes elementos: 70% plagioclasa, 25% hornblenda, 5% magnetita, 1% hiperstena y 1% cuarzo (Ibíd.). Además, contiene líticos dacíticos de color gris en pequeños porcentajes (Hall & Mothes, 1994: 48).

Esta ceniza ha sido identificada en contextos excavados en dos sitios arqueológicos cerca de Otavalo: Site 94-1 y Im-11 (Athens, 1998). En ambos sitios, parece que la ceniza del Cuicocha fue depositada naturalmente; es decir, sin intervención humana (Ibíd.). La única excepción contra este patrón fue el descubrimiento en Im-11 de una gran fosa, que fue hecha cortando el estrato de ceniza desde su superficie. Esta cavidad termina antes de llegar el siguiente estrato (Athens, 1998: 182). La función de este rasgo no fue clara. Athens (1998) fechó una muestra de Site 94-1, recolectada en la base del estrato de ceniza del Cuicocha, y una muestra de Im-11, recolectada en el estrato del paleosuelo debajo de la ceniza del Cuicocha. La muestra de Im-11 fue datada al 1879/1786-1496/1461 cal a. C., mientras que la muestra de Site 94-1 fue datada al 2131/2051-1527 cal a. C. La comparación de estas fechas con las obtenidas para las erupciones antes mencionadas sugiere que el rango más probable para las erupciones relevantes del Cuicocha se ubica entre 1800 y 1500 cal a. C. En los casos donde la ceniza se verifica como estrato natural y no antrópico, la misma podría servir como un indicador cronológico.

## **El contexto arqueológico**

El sitio de Los Soles fue descubierto y estudiado preliminarmente por Byron Camino y Santiago Ontaneda (Figura 1) (Camino, 1999). La identificación pre-

liminar de los materiales cerámicos permitió determinar un componente Formativo Tardío, con base en la comparación de los materiales hallados en los sitios de La Chimba (Athens, 1978, 1990; Stahl & Athens, 2001), Tababuela (Berenguer y Echeverría, 1995) y Cotocollao (Villalba, 1988).

Un sector del yacimiento ha sido investigado por el Proyecto Arqueológico Las Orquídeas desde el año 2013. Montalvo y Dyr Dahl reiniciaron sus investigaciones en la zona después de la construcción de dos terrazas en el barrio Las Orquídeas. La documentación de estratigrafía intacta y el probable gran tamaño del sitio dieron lugar a la decisión de llamar a este sector «Las Orquídeas», para clarificar dónde ha sido realizada la investigación.

La zona objeto de las nuevas investigaciones ha restituido dos áreas no perfectamente delimitadas aún (Figura 2). La primera, extensamente estudiada durante las primeras dos temporadas, se configura como un relleno pluriestratificado, localizado en el verso interno de la colina de Los Soles. Los estratos que conforman este relleno presentan una alta concentración de materiales arqueológicos. En estos estratos, junto con la cerámica y la obsidiana, se ha encontrado una gran variedad

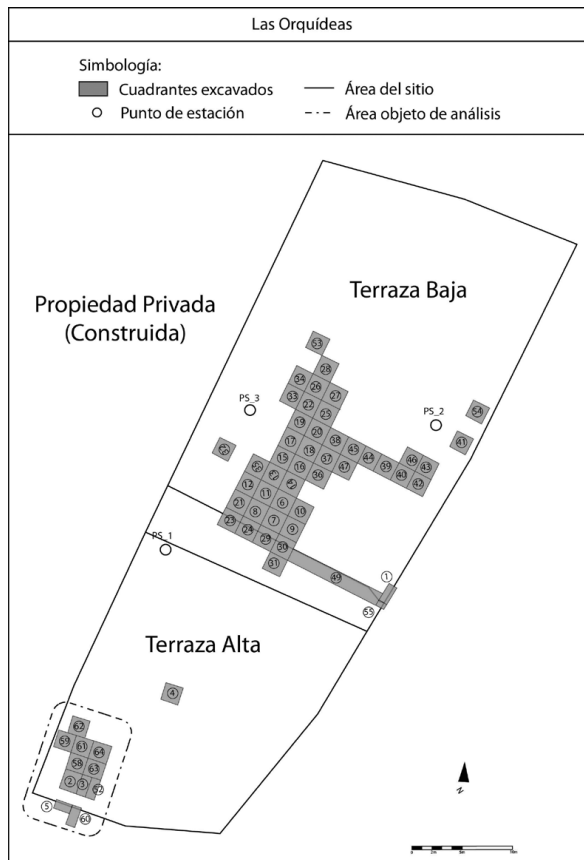


Figura 2. Esquema de las excavaciones del Proyecto Arqueológico Las Orquídeas.

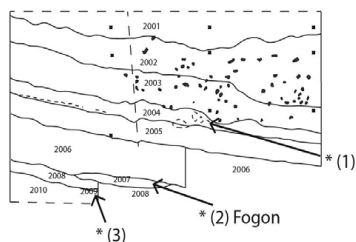
## Las Orquídeas

## Cuadros 2/3/52 terraza alta

Escala 1:50



## Sección Sur-Este



Dataciones radiocarbónicas disponibles:

\* (1)  $2595 \pm 25$  aP = 811-770 cal a.C.\* (2)  $2465 \pm 20$  aP = 762-482 cal a.C. (94.8%) / 441-434 cal a.C. (0.6%).\* (3)  $2500 \pm 15$  aP = 771-732 cal a.C. (18.2%) / 691-661 cal a.C. (15.5%) / 650-544 cal a.C. (61.7%).

## Matriz : Correspondencia de estratos

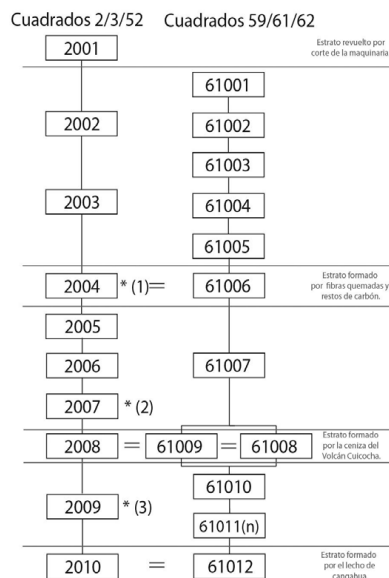


Figura 3. Perfil sur de las excavaciones. Fue localizado en la pared expuesta que limita el extremo suroeste de la zona de investigación.

de artefactos y materiales, especialmente varias especies de concha marina, piedras semipreciosas y metales, que sugieren una importante interacción interregional para este período.

Parecería que la ocupación de esta sección del sitio fue intensiva. Es posible afirmar esto gracias a la acumulación del relleno, el mismo que se desarrolla verticalmente por varios metros. Las dataciones obtenidas sugieren, además, que el mismo se formó en relativamente poco tiempo. Se ha podido establecer una duración de la ocupación del sitio que va aproximadamente desde el 800-400 cal a. C., sin embargo, no es del todo claro si la ocupación continuó durante los períodos de Desarrollo Regional e Integración<sup>1</sup>. Parece que esta área fue usada como zona de desecho o de basural.

La segunda área, ubicada en la sección sudoeste de la terraza superior, fue estudiada brevemente durante las primeras dos temporadas (Figura 2). El trabajo se enfocó en la excavación de un perfil en el límite suroeste de la zona de investiga-

1 El sitio no ha sido definitivamente delimitado y, por ende, aún no se han identificado secuencias estratigráficas con materiales fechables a los períodos de Desarrollo Regional e Integración. El área intervenida durante las campañas de 2013, 2014 y 2015 corresponde a un predio de 1514 m<sup>2</sup>, propiedad del barrio Las Orquídeas, afectado por la construcción de terrazas para la realización de campos deportivos. La construcción de los campos antes mencionados provocó la destrucción de buena parte de la estratigrafía superior de esta zona, una de las pocas en no presentar huellas de modificación superficial debido a los procesos de urbanización del área y a la construcción de estructuras.

ción, con la finalidad de obtener una idea del comportamiento de los estratos superiores de esta zona y sus relaciones con la otra sección estudiada del sitio (Figura 3).

Cuatro importantes hallazgos fueron realizados en este perfil. Primero, la gradiente (10-12°) en esta sección de la colina (terrazza alta) es menor que la gradiente en la otra sección (terrazza baja, 15-18°)<sup>2</sup>. Segundo, se encontró evidencia de dos estratos que fueron producidos en parte por uno o varios eventos relacionados con el fuego (UE2003 y UE2007 en Figura 3). Tercero, se identificó un estrato formado con la ceniza del Cuicocha (UE2008). Finalmente, fueron hallados restos de huesos fúnicos y obsidiana en la única sección en la cual se excavó por debajo de la ceniza. Este hallazgo, combinado con la evidencia encontrada por Athens (1998) en Im-11, sugirió en un primer momento que el nivel debajo de la ceniza (UE2010) correspondía a un estrato pre-cerámico, que indicaba una ocupación previa a la erupción del Cuicocha.

Las fechas radiocarbónicas efectuadas sobre los restos recuperados no apoyaron esta interpretación (Figura 3; Tabla 1). Estas fechas indican que el rango máximo presente en este perfil es 811-434 cal a. C. Un punto problemático sobre la cronología es la presencia de fechas que aparecían invertidas. Aunque no se detectaron intrusiones o posibles contaminaciones de los estratos, no se puede afirmar que esto no haya sucedido, esto con base en lo limitado de la excavación (solo 1 m<sup>2</sup>). Otra explicación posible es el progresivo abandono y la reocupación de esta área, así como el mismo uso de la ceniza para modificar la zona; por lo tanto, es posible que se hayan cubierto zonas usadas más recientemente con restos generados en épocas pasadas. Esperamos que las investigaciones en curso ayuden a resolver esta cuestión.

*Tabla 1. Fechas radiocarbónicas de la terraza superior*

Estrato	Material	Fecha radiocarbónica	Fecha calendárica calibrada (2 sigma)
UE2004	Fibras	2595± 25 AP	811-770 cal a.C.
UE2007	Carbón	2465 ± 20 AP	762-482/434 cal a.C.
UE2009	Rama	2500 ± 15 AP	771/650-544 cal a.C.

Se han documentado dos elementos estructurales asociados al nivel de ceniza: un posible fogón (UE2007), formado por una base de cangagua y andesita, mezclado con ceniza y material orgánico; y un posible horno, que fue excavado en la base de la cangagua madre y está relacionado con el fin del estrato de ceniza. En las siguientes secciones, describiremos estos contextos.

2 Inclínación expresada en grados y no sobre la base índice de inclinación topográfica.

## Estratigrafía de la nueva área excavada

El área excavada comprende 24 m<sup>2</sup> en la zona sudoeste del área investigada<sup>3</sup>. Al reconstruir la secuencia de ocupación de esta área, se nota el uso del banco natural de cangagua<sup>4</sup> (UE61012) (Figura 4), como base desde la cual parte la estratigrafía. La parte superior de este estrato (5-50 cm), de contextura maleable, contenía pocos artefactos entre las grietas y depresiones naturales. En esta base, una cavidad (UE61011-n) se manifiesta como un estrato negativo o corte en el lecho de cangagua. El estrato de relleno de la cavidad (UE61010) estaba compuesto por restos de ceniza y carbón vegetal, mezclados con pocos artefactos líticos y cerámicos, además de presentar pocas escorias y huesos fáunicos. Es de particular interés el revestimiento de las paredes, el cual se discutirá más adelante.

La secuencia continúa con un estrato de ceniza volcánica (UE61008 y 61009), el mismo que varía en cuanto a espesor (entre 0,5-15 cm) y cubre solo algunas zonas alrededor de la cavidad. La ceniza fue localizada únicamente en dos zonas: concentrada cerca de la pared suroeste —distancia máxima de 25 cm de la pared (pared A-B en Figura 4) (Figura 5)— y en la esquina noreste, bordeando la cavidad (pared C-A en Figura 4). La ausencia de ceniza sobre la cavidad sugiere que el estrato de ceniza no la cubrió.

El descubrimiento del fin abrupto de los estratos de ceniza motivó a buscarlo en otros cuadrados. Para entender su extensión, se excavó hacia el sur en el Cuadrado 60 (por sobre el perfil que delimita nuestra área de investigación). Aunque ya existía un cuadrado excavado en esta zona (Cuadrado 5), la misma no alcanzó el estrato de ceniza<sup>5</sup>. La nueva excavación demostró que el estrato de ceniza se interrumpe en el metro de separación (no excavado) entre los Cuadrados 3 y 60. No ha sido posible definir la extensión del estrato en las direcciones este y oeste.

Con respecto a los Cuadrados 59, 61 y 62, los estratos antes mencionados están cubiertos por varios estratos descritos en la Tabla 2. En cuanto a los materiales arqueológicos recuperados de estos estratos superiores, todos contenían cerámica del período Formativo Tardío: obsidiana, andesita, huesos fáunicos, placas de madreperla, restos de *Ficus sp.* (concha marina), cuentas de concha marina, semillas carbonizadas y madera carbonizada. Se recuperaron pocos artefactos de la interfaz entre el estrato de ceniza (UE2008) y la estratigrafía que lo cubre, sin un patrón evi-

3 En las excavaciones, hemos empleado una estrategia de excavación según la cual se ha aplicado un cuadrículado articulado en cuadrados de 2 x 2 metros, ya que es posible, además, subdividir cada cuadrado en subcuadrados de 1 m<sup>2</sup>. Con ello, se buscó registrar de manera sistemática los patrones de la evidencia arqueológica en cada cuadrado, con el objetivo de evitar un daño innecesario en el registro arqueológico, al igual que no excavar todos los subcuadrados de 1 m<sup>2</sup> de no ser necesario. Por este motivo, no todos han sido completamente excavados en el área indicada en la Figura 2.

4 Quantin y Zebrowsky (1997: 30) definen la palabra cangagua como sedimentos de toba volcánica y piroclásticos, formados por cenizas volcánicas endurecidas, que con el paso del tiempo se han endurecido o compactado.

5 Durante la primera temporada (2013-2014) hubo gran presión sobre las actividades de campo, ya que el objetivo primario era liberar la terraza baja para la construcción de los campos deportivos. Por este motivo, la mayor parte del trabajo se concentró en esta área. Finalmente y gracias al apoyo de varios grupos e instituciones, en este momento no existe riesgo de construcción dentro del área delimitada, donde se localizan las dos terrazas. Lastimosamente, no se puede decir lo mismo para los predios cercanos, en los cuales siguen construyendo estructuras.

Las Orquídeas

Cuadros 59/61/62 terraza alta

Escala 1:50

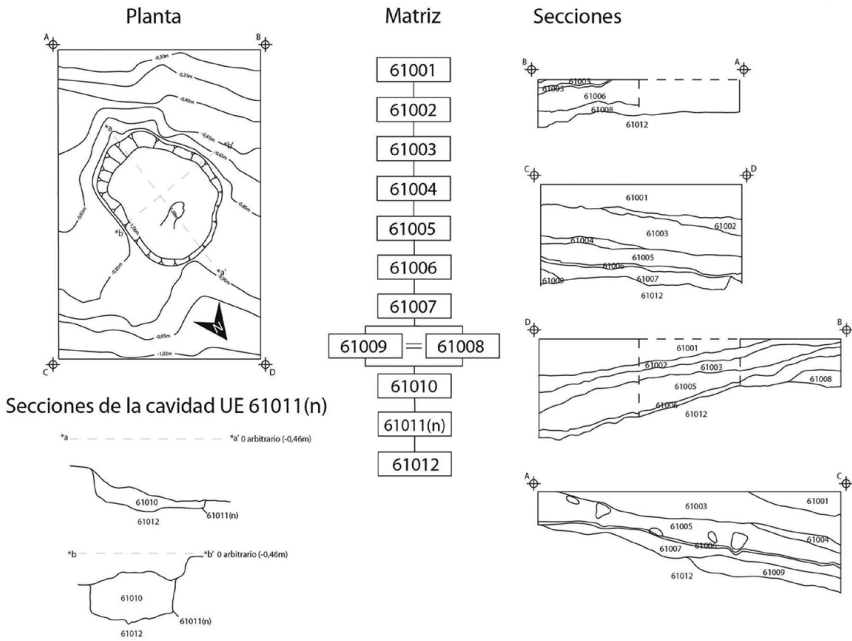


Figura 4. Esquema de la cavidad documentada en la tercera temporada.



Figura 5. Mosaico de fotos del fin del estrato de ceniza y la parte sur de la cavidad (parte izquierda de la foto superior), la variación en el espesor del estrato de ceniza (foto inferior indicada en la foto superior con la flecha), y la ubicación del fogón sobre la ceniza (rectángulo en la foto superior).

dente en su distribución. Al parecer, dichos artefactos no tuvieron relación directa con la plancha de ceniza, la misma que al parecer fue objeto de limpieza durante su uso. Finalmente, cabe recalcar que ningún artefacto fue recuperado del estrato de ceniza volcánica en discusión.

### **Estratigrafía con huellas de actividad piro-tecnológica identificada**

Dos elementos estructurales han sido identificados durante las últimas excavaciones en el sitio. Los mismos presentan una relación estratigráfica directa con el estrato de ceniza (UE2008, UE61008 y UE61009). Uno de estos es un posible fogón, que fue encontrado sobre el estrato de ceniza en el Cuadrado 36 (Figura 5). Parece que este fogón estuvo formado por dos niveles: madera y otros materiales orgánicos para quemar, que fueron colocados en la base y, sobre la misma, pedazos de cangagua y andesita. Dentro del nivel orgánico, fueron recuperados diferentes tipos de semillas carbonizadas y tuzas de maíz, las mismas que se recolectaron para análisis futuros. Del estrato formado por los restos orgánicos quemados, se recuperaron pocos artefactos de obsidiana, cerámica y huesos fáunicos. La presencia de pocos artefactos en el nivel de cangagua y andesita puede sugerir el uso de este para la cocción o la quema de productos en contenedores, como un soporte para ollas o contenedores sin base (de cerámica u otros materiales).

El segundo elemento es la cavidad (UE61011-n), mencionada anteriormente (Figura 4). La cavidad fue excavada en el estrato de cangagua (UE61012), el mismo que presentaba una gradiente en dirección sur-norte. La cavidad, en cambio, muestra una base casi plana. Es muy probable que haya sido necesario excavar más en el lado sur para nivelarla. Por esta razón, las paredes internas de la parte sur de la cavidad son más altas que la parte norte.

*Tabla 2. Estratos superiores en los Cuadrados 59, 61 y 62 (ver Fig. 4).*

Estrato	Descripción
UE61001	Color café claro tendente al gris y una consistencia compacta, más oscuro que UE61002
UE61002	Matriz limo-arcillosa, de color crema-gris, compacto
UE61003	Estrato limo-arcilloso, de color café, con concentraciones de carbón, arena y ceniza
UE61004	Estrato de color gris y consistencia semi-suave
UE61005	Parecido a UE61003, pero con menos concentraciones de carbón, arena y ceniza. Presencia de pequeños bloqucillos de cangagua
UE61006	Formado principalmente por fibras vegetales (contemporáneo a UE 2004 en Figura 3)
UE61007	Matriz limo-arcillosa compacta, de color café oscuro

6 El Cuadrado 3 sigue siendo excavado.



En la parte norte-este de la boca de la cavidad, fue identificada una secuencia micro-estratigráfica que podría estar relacionada con el uso o revestimiento de la cavidad. Se documentó, en primer lugar, un estrato fino (5-10 mm) de consistencia arenosa. Los análisis determinaron que esta capa contiene una composición mineralógica muy similar a la de la ceniza del Cuicocha en la fracción mayor a 0,125 mm (tamaño de la ceniza de dicho volcán); no obstante, la pómez está presente en un porcentaje mucho menor al presente en las cenizas proximales y distales del Cuicocha. El bajo porcentaje de pómez puede ser explicado por la exposición de la ceniza a altas temperaturas (como las alcanzadas en un horno). De ser este el caso, estas temperaturas cambiaron la pómez y formaron agregados alterados con aspecto sedimentario, los mismos que fueron encontrados en la muestra analizada de este contexto. Debajo de este, se identificó un estrato fino (1-3 mm) de color anaranjado, probablemente formado por la exposición al calor. Finalmente, bajo el estrato anaranjado, se identificó un lente de carbón (10-20 mm). No hubo artefactos en ninguno de estos micro-estratos.

Sin tomar en consideración esta micro-secuencia, dentro de la cavidad se identificó solamente un estrato (UE61010) compuesto por restos vegetales carbonizados. De esta unidad estratigráfica, fueron recuperados pocos artefactos, entre los cuales se encuentran las escorias. La presencia de artefactos dentro de la cavidad no condiciona su interpretación, ya que los mismos podrían ser restos de los últimos eventos de cocción o fruto del relleno después de su uso. Para finalizar, hay dos aspectos sobre la cavidad que merecen ser considerados. El primero, es que todas las paredes de la cavidad fueron revestidas con ceniza del Cuicocha. Este revestimiento no se encontró en la base de la cavidad. El segundo aspecto notable es que se verificó una alta concentración de ramas de madera quemadas en el piso de la cavidad. La concentración fue particularmente densa en la sección suroeste de la cavidad, donde la pared es más alta. Estos son los únicos hallazgos que pueden ser asociados con confianza al uso de la cavidad. Los restos de carbón antes mencionados serán sometidos a análisis y servirán para fechar el estrato.

## Comparación con cavidades similares

Son extremadamente raros los casos en los que las excavaciones o las investigaciones de un sitio del período Formativo (en la Sierra del Ecuador) han documentado estructuras. Hay registros de estructuras de carácter doméstico en la Sierra sur, en los sitios de Cerro Narrío (Bruhns, 2003: 148-149; Collier & Murra, 2007: 107-110), Pirincay (Bruhns, 2003: 149) y La Vega (Bruhns, 2003: 149). En el caso de Pirincay, fueron encontradas cavidades excavadas y definidas como *party-pits*, las cuales presentaron como relleno restos de actividades rituales<sup>7</sup>. En la Sierra Norte,

7 Bruhns (2003: 151): «Debris later covered this plaza and into it were dug “party pits”, each containing the remains of a ritual or ceremony involving sacrificing of llamas, eating and drinking. The nearly identical contents of these pits indicates that they were made within a relatively close time span».

el único sitio con estructuras domésticas identificadas es Cotocollao. Durante las investigaciones, fueron excavadas e identificadas estructuras con planta rectangular (formadas por hileras de huecos de poste), con fogones y pozos de almacenamiento, excavadas en el banco de cangagua (Villalba, 1988: 63-74).

Las únicas estructuras que presentan cierta similitud a la cavidad descrita en los puntos anteriores corresponden a los pozos de almacenamiento/fogones descritos por Villalba (1988) para Cotocollao. Estas estructuras difieren en tamaño y profundidad, en cuanto a la identificada en el sector de Las Orquídeas; la misma supera en diámetro siendo, por mucho, menos profunda. En el caso de Las Orquídeas, la cavidad tiene entre 1,60 y 1,70 metros de diámetro y entre 0,20 y 0,40 metros de profundidad, mientras que los ejemplos de Cotocollao tienen entre 0,50 y 0,70 metros de diámetro y 0,60 y 1,20 metros de profundidad (Villalba, 1988: 68-70).

La ausencia de estructuras locales de producción —como hornos para cerámica y para fundición de metales—, en sitios del Formativo Tardío en la Sierra Norte, no permite afirmar categóricamente que estos espacios hayan sido destinados a la producción. Sin embargo, tampoco se puede descartar su uso para los fines antes mencionados. Nuestra hipótesis apunta al uso de la cavidad como horno no formal destinado a la cocción de cerámica. Las características de la micro-secuencia estratigráfica documentada en la parte noreste de la cavidad sugieren que la misma estuvo expuesta a altas temperaturas. El hecho de que solamente ramas quemadas fueran documentadas en la base de la cavidad hace difícil confirmar esta hipótesis. La comparación con otras cavidades que han sido documentadas —como hornos para fabricar cerámica— pueden aportar puntos a favor de nuestra hipótesis.

Resulta de particular interés la evidencia de hornos de pozo excavados en contextos mesoamericanos y en los Andes centrales, los cuales aportan datos interesantes a tener en cuenta para la interpretación. Aunque los hornos tomados en consideración pertenecen a contextos socioculturales y temporales diferentes al del período Formativo Tardío, los mismos siguen siendo un elemento útil para la comparación desde el punto de vista productivo. Los procesos productivos pueden ser parecidos, ya que no están necesariamente determinados por la organización sociopolítica de las sociedades, sino por aspectos de carácter tecnológico, por la disposición de materiales y/o por los límites espaciales (Pool, 2000).

Balkansky (*et al.*, 1997) identifica hornos no permanentes para la producción cerámica en Ejutla (valle de Oaxaca, México, período Clásico: entre 200-800 d. C.), como pozos de forma circular u ovalada irregular, excavados en el lecho de roca (Balkansky *et al.*, 1997: 144). Estos hornos «informales» tienen entre 2 y 4 m de diámetro, por 0,4 y 0,7 m de profundidad. Presentaban dentro del relleno capas de ceniza, carbón y restos de cerámica, además de escorias formadas por la cocción de la cobertura (Balkansky *et al.*, 1997: 146).

Del mismo modo, Russell y colegas (1994) identifican hornos no permanentes para la producción cerámica en el sitio de Cerro Mayal (valle de Chicama, costa

norte del Perú, Moche IV: entre 450-550 d. C.). Adicionalmente, definen características importantes de los mismos. En el caso de la estructura mejor documentada de Cerro Mayal, se encuentra una cavidad oblonga de 2,5 m de largo y de, aproximadamente, 0,2 m de profundidad. La cavidad fue excavada en estratos de basural, localizados en la pendiente de la quebrada y probablemente usada para pocos episodios de quema, sino uno solo (Russell *et al.*, 1994: 182). El relleno de dicho horno estaba compuesto por fragmentos de cerámica sobrecocida, escorias<sup>8</sup> y densos restos de ceniza y carbón. Las plantas usadas como combustible fueron el algarrobo (*Prosopis sp.*) y la cola de caballo (*Esquisetum giganteum*) (Russell *et al.*, 1994: 182-184).

Los contextos antes citados son buenos ejemplos para tomar en cuenta; sin embargo, se necesita más investigación de campo y excavar más estructuras de este tipo en la zona norte de los Andes, para poder afirmar o descartar que se traten de hornos. La cuestión, por lo tanto, permanece abierta a la espera de más evidencia.

## Observaciones finales

Varias características presentadas en este capítulo sobre el estrato de la ceniza del Cuicocha contribuyen a la idea de que fue depositada intencionalmente por los habitantes de sector Las Orquídeas. Su espesor presenta gran variabilidad en un área pequeña (0,5-15 cm en 4 m<sup>2</sup>). Parece que la ceniza fue empleada para nivelar el área y cubrir la variación en la topografía, con el fin de disminuir la antigua gradiente sin que esto la anulara del todo en algunas zonas, por ejemplo, en la porción en el Cuadrado 52. La razón para la conservación de la gradiente en esta porción aún no está clara.

La hipótesis relativa a la artificialidad de este estrato podría también encontrar una prueba en los límites del fenómeno. En el extremo sur, se extiende hasta el Cuadrado 3 y es ausente en el Cuadrado 60. En el extremo norte, se interrumpe en las cercanías de la cavidad. La extensión de las excavaciones al este y al oeste ayuda a confirmar la extensión máxima de este estrato.

El patrón artefactual indica dos puntos importantes que apoyan la hipótesis de deposición antropogénica. Primero, la ausencia de artefactos dentro del estrato de ceniza sugiere que el mismo fue depositado en un solo evento; sin embargo, este hecho en sí no elimina la posibilidad de que el estrato se hubiera formado naturalmente. Segundo, la presencia de cerámica en los estratos localizados bajo la ceniza apoya la idea de que este estrato fue depositado antrópicamente. Considerando las fechas para las erupciones del Cuicocha, lo que se esperaría encontrar en el paleosuelo bajo el estrato naturalmente depositado serían restos de ocupaciones pre-

8 Russell (*et al.*, 1994:184) habla sobre la escoria: «Además, la densidad de un material de apariencia espumosa y vidriosa (escoria) fue muy alta. La escoria se formó, evidentemente, como resultado del proceso de quemado, tal vez debido a la presencia de sílice proveniente del material vegetal quemado o quizás de cerámica que soportó altas temperaturas».

cerámicas (véase Athens, 1998). Las dataciones obtenidas en el perfil sur corroboran este patrón y restituyen fechas más recientes que las de las erupciones del Cuicocha.

Algunas características de la ceniza volcánica documentada en el sector Las Orquídeas apoyan la interpretación de deposición antropogénica. La composición de la ceniza analizada es muy parecida a la ceniza próxima al Cuicocha, lo que sugiere que la misma fue extraída y transportada desde las cercanías del volcán. Esta posibilidad también es apoyada por la ausencia de erosión en las muestras analizadas y las dimensiones del grano.

Finalmente, la existencia de dos rasgos asociados (el fogón y la cavidad) al estrato de ceniza aporta a la hipótesis de que la superficie del estrato fue utilizada como área de actividad. Queda por aclarar si esta área de actividad se localizaba dentro o fuera de una estructura. Las excavaciones en esta área no han documentado un hueco de poste o elementos estructurales, como paredes o tapias. El hecho de que los dos rasgos asociados estén relacionados con actividades pirotécnicas, además de los elementos expuestos anteriormente, permite sugerir por el momento que esta área de actividad estaba localizada en el exterior de una estructura y expuesta al ambiente.

La excavación de la cavidad puso en evidencia, además, el uso de la ceniza volcánica como un material de revestimiento. En este caso, parece que la ceniza volcánica fue utilizada para revestir las paredes de la cavidad. La pregunta importante que queda por contestar es: ¿cuáles eran las propiedades de la ceniza volcánica que pueden explicar su uso en estos contextos? Este tema no ha sido particularmente desarrollado y profundizado en los estudios arqueológicos realizados y requerirá de mayor investigación para poder dar luces sobre el argumento.

Las primeras observaciones presentadas en este capítulo demuestran que hay aún muchas preguntas por resolver. En las próximas investigaciones a conducirse en el sector Las Orquídeas en Los Soles, seguiremos puliendo nuestra comprensión sobre esta área de actividad, a través de la extensión de las excavaciones y la colaboración de otros colegas, con miras a determinar información imprescindible como: las especies de plantas usadas para la quema y cuándo fueron utilizados el fogón y la cavidad.

Para finalizar, los hallazgos presentados en este capítulo destacan el uso de la ceniza volcánica en la arqueología, en dos maneras antropogénicas. Esto ayuda a expandir el rango de posibles estudios sobre ceniza volcánica, en contextos arqueológicos ecuatorianos; asimismo, plantea un nuevo reto. Estos hallazgos sugieren analizar con extrema precaución los contextos con ceniza volcánica, ya que los mismos pueden afectar los resultados y la interpretación de contextos en sitios prehispánicos en Ecuador. Obtener información que pueda enriquecer este argumento es posible solamente excavando porciones grandes del sitio en área. Por ende, este tipo de excavaciones deberían ser consideradas por los investigadores que trabajan en la zona norte del Ecuador, con miras a generar nuevos datos que permitan confirmar o refutar los datos y las hipótesis expuestas.

## Bibliografía

- Athens, J. S. (1978). Formative Period Occupations in the Highlands of Northern Ecuador: A Comment on Myers. *American Antiquity*, 43(3), 493-496.
- Athens, J. S. (1990). *Prehistoric Agricultural Expansion and Population Growth in Highland Northern Ecuador*. (Interim Report for 1989 Fieldwork).
- Athens, J. S. (1998). Volcanism and Archeology in the Northern Highlands of Ecuador. En Mothes, P. (Ed.), *Actividad Volcánica y Pueblos Precolombinos en el Ecuador (157-189)*. Quito: Abya-Yala.
- Balkansky, A., Feinman, G. y Nicholas, L. (1997). Pottery Kilns of Ancient Ejutla, Oaxaca, Mexico. *Journal of Field Archaeology*, 24(2), 139-160.
- Berenguer, R. y Echeverría, J. (1995). *Excavaciones en Tababuela, Imbabura, Ecuador Área Septentrional Andina Norte: Arqueología y Etnohistoria*. Quito: Banco Central del Ecuador, Instituto Otavaleño de Antropología.
- Bruhns, K. (2003). Social and Cultural Development in the Ecuadorian Highlands and Eastern Lowlands during the Formative. En Raymond, J. S. y Burger, R. (Eds.), *Archaeology of Formative Ecuador (125-174)*. Washington D. C.: Dumbarton Oaks.
- Camino, B. (1999). *Los Soles: Un caso de arqueología de Rescate, alcances y limitaciones*. (Tesis inédita de grado). Universidad Politécnica Salesiana, Quito.
- Collier, D. y Murra, J. (2007). *Reconocimientos y Excavaciones en el Sur Andino del Ecuador*. Cuenca: Centro de Estudios Históricos y Geográficos de Cuenca.
- Figuerola, S. (2015). *Evidencia de complejidad social al final del Período Formativo Tardío, bajo la ceniza del Volcán Pululahua (2400 a A.P.)*. (Tesis inédita de grado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.
- Hall, M. y Mothes, P. (1994). Tefrostratigrafía holocénica de los volcanes principales del valle interandino, Ecuador. En Marocco, R. (Ed.), *El Contexto Geológico del Espacio Físico Ecuatoriano: Neotectónica, Geodinámica, Volcanismo, Cuencas sedimentarias, Riesgo sísmico (47-67)*. Quito: Corporación Editora Nacional.
- Hall, M. y Mothes, P. (1998). La actividad volcánica del Holoceno en el Ecuador y Colombia Austral: Impedimento al desarrollo de las civilizaciones pasadas. En Mothes, P. (Ed.), *Actividad Volcánica y Pueblos Precolombinos en el Ecuador (11-40)*. Quito: Abya-Yala.
- Isaacson, J. (1987). *Volcanic Activity and Human Occupation of the Northern Andes: The Application of Tephrostratigraphic Techniques to the Problem of Human Settlement in the Western Montaña during the Ecuadorian Formative*. (Tesis de doctorado). University of Illinois, Champaign.
- Isaacson, J. y Zeidler, J. (1998). Accidental history: Volcanic activity and the end of the Formative in north-western Ecuador. En Mothes, P. (Ed.), *Actividad Volcánica y Pueblos Precolombinos en el Ecuador (41-72)*. Quito: Abya-Yala.
- Knapp, G. y Mothes, P. (1998). Quilotoa Ash and Human Settlements in the Equatorial Andes. En Mothes, P. (Ed.), *Actividad Volcánica y Pueblos Precolombinos en el Ecuador (139-155)*. Quito: Abya-Yala.
- Mothes, P. y Hall, M. (1998). Quilotoa's 800 yBP Ash: A Valuable Stratigraphic Marker Unit for the Integration Period. En Mothes, P. (Ed.), *Actividad Volcánica y Pueblos Precolombinos en el Ecuador (111-138)*. Quito: Abya-Yala.
- Pool, C. (2000). Why a Kiln? Firing Technology in the Sierra de los Tuxtles, Veracruz (Mexico). *Archaeometry*, 42(1), 61-76.
- Quantin, P. y Zebrowski, C. (1997). Caractérisation et formation de la cangahua en Équateur. En Zebrowski, C., Quantin, P. y Trujillo, G. (Eds.), *Suelos volcánicos endurecidos: III Simposio Internacional (Quito, diciembre de 1996) (29-47)*. Quito: ORSTOM, PUCE, UCE.
- Rick, J., Mesia, C., Contreras, D., Kembel, S., Rick, R., Sayre, M. y Wolf, J. (2009). La cronología de Chavín de Huántar y sus implicancias para el Período Formativo. *Boletín de Arqueología PUCP*, 13, 87-132.
- Russell, G., Leonard, B. y Rosario, J. (1994). Cerro Mayal: nuevos datos sobre la producción de cerámica de Moche en el valle de Chicama. En Uceda, S. y Mujica, E. (Eds.), *Moche: propuestas y perspectivas (165-188)*. Trujillo: IFEA, Universidad Nacional de la Libertad.
- Stahl, P. y Athens, J. S. (2001). A High Elevation Zooarchaeological Assemblage from the Northern Andes of Ecuador. *Journal of Field Archaeology*, 28(1-2), 161-176.

- Vallejo, S. (2011K). *Distribución de las cenizas volcánicas Holocénica - Tardías en la costa del Ecuador*. (Tesis inédita de grado). Escuela Politécnica Nacional, Quito.
- Villalba, M. (1988). *Cotacollao: Una Aldea Formativa del Valle de Quito*. Quito: Museo del Banco Central del Ecuador.
- Villalba Sevilla, F. (1998). Aprovechamiento de Campos Anegables para la Agricultura en la Época Prehispánica: El Caso Cayambe. En Mothes, P. (Ed.), *Actividad Volcánica y Pueblos Precolombinos en el Ecuador (191-205)*. Quito: Abya-Yala.
- Von Hillebrandt M. y Glee C. (1989). *Estudio geovulcanológico del complejo volcánico Cuicocha-Cotacachi y sus aplicaciones*. (Tesis inédita de maestría). Escuela Politécnica Nacional.
- Zeidler, J. y Isaacson, J. (2003). Settlement Process and Historical Contingency in the Western Ecuadorian Formative. En Raymond J. S. y Burger R. (Eds.), *Archaeology of Formative Ecuador (69-123)*. Washington D. C.: Dumbarton Oaks.

# Volcanismo y la búsqueda de sitios arqueológicos tempranos en el área del lago San Pablo, Sierra Norte del Ecuador

*María Auxiliadora Cordero Ramos\**

## Introducción

El área del lago San Pablo (provincia de Imbabura, Ecuador) tiene clima templado (Figura 1) y, en la actualidad, es un espacio muy fértil, donde se cultiva maíz, papas y otros tubérculos, además de quinua, habas, fréjoles, tomate de árbol y muchos otros productos, tanto nativos como de introducción europea. Estos son sembrados a distintas elevaciones en toda la cuenca. El lago se encuentra a una altura de 2663 m. s. n. m. y la parte más alta del complejo volcánico Imbabura, a cuyos pies se ubica el lago, llega a 4620 m. s. n. m. Los suelos volcánicos son muy ricos y propicios para la agricultura, pero la presencia de volcanes —activos o potencialmente activos— conlleva riesgos para los grupos humanos que se han asentado en el área a lo largo del tiempo.



*Figura 1. El lago San Pablo, al pie del Complejo Volcánico Imbabura. El pico más bajo es el volcán Huarmi Imbabura y, a la izquierda, parcialmente cubierto por nubes, el volcán Taita Imbabura. Fotografía por María Auxiliadora Cordero, tomada desde Rey Loma, 16 de mayo 2015.*

\* Departamento de Antropología, University of Pittsburgh. mcordero@pitt.edu

En el contexto de un reciente proyecto financiado por la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) y ejecutado por el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural, proyecto con el que estuve vinculada como investigadora Prometeo (Cordero, 2013), se realizó una prospección de, aproximadamente, 30 km<sup>2</sup> en tres parroquias cercanas al lago, con el fin de determinar los patrones de asentamiento prehispánicos (Acosta, 2014). Se identificaron distintos tipos de sitios, en su mayoría de los periodos Tardío e Intermedio Tardío (Figura 2), siguiendo la cronología de Athens (2003).

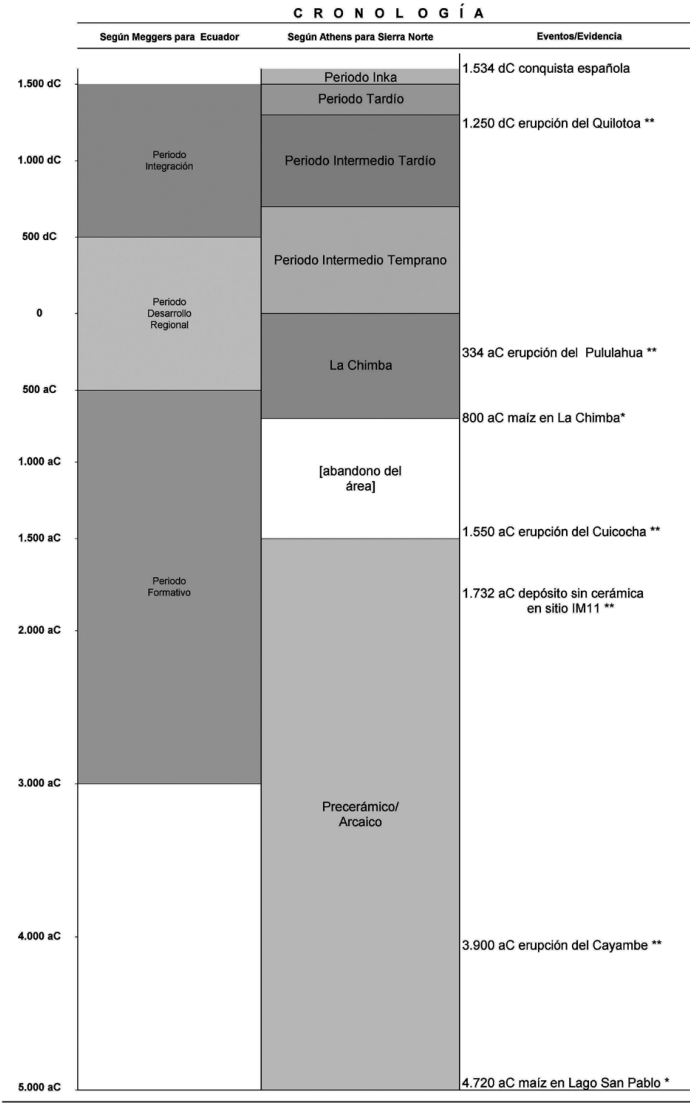


Figura 2. Tabla cronológica de periodos prehispánicos, eventos volcánicos y algunas evidencias arqueológicas, elaborada por María Auxiliadora Cordero.



El tema del volcanismo en la Sierra Norte, en general, y en la cuenca del lago San Pablo, en particular, es importante para entender el impacto que evidentemente aquel ha tenido sobre los asentamientos humanos y el desarrollo sociocultural del área. También, tiene gran importancia para la metodología de las investigaciones arqueológicas, las mismas que necesitan ser adaptadas a la geología y el ambiente que el volcanismo ha producido. Este último es el tema central del presente artículo.

### **Arqueología en los alrededores del lago San Pablo**

La prospección arqueológica que tuvo lugar como parte del proyecto antes mencionado (Cordero, 2013; Acosta, 2014) se llevó a cabo hacia el sur y este del lago, como se observa en la Figura 3. La metodología utilizada para la detección de sitios fue la del recorrido en transectos, mediante el registro de las áreas donde se observaban materiales culturales en superficie, en el caso de buena visibilidad del terreno. En casos en que la cobertura vegetal no permitía una buena visibilidad, se realizaron sondeos o pruebas de pala de entre 40 y 60 cm de profundidad (Acosta, 2014:8). Los sitios arqueológicos que se identificaron consistieron en montículos hemisféricos y cuadrangulares (conocidos también como tolas), camellones o campos elevados de cultivo y áreas de dispersión de material cultural, como cerámica, obsidiana y otros líticos. En la Figura 3, se presentan las áreas de los sitios arqueológicos definidos con base en el trabajo de campo, así como la ubicación de campos de camellones que se pudieron observar durante la prospección, por medio de fotointerpretación. Adicionalmente, en la misma figura, se han incluido sitios previamente identificados en otros trabajos y que constan en el sistema Ábaco, Sistema de Información para la Gestión del Patrimonio Cultural, administrado por el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural.

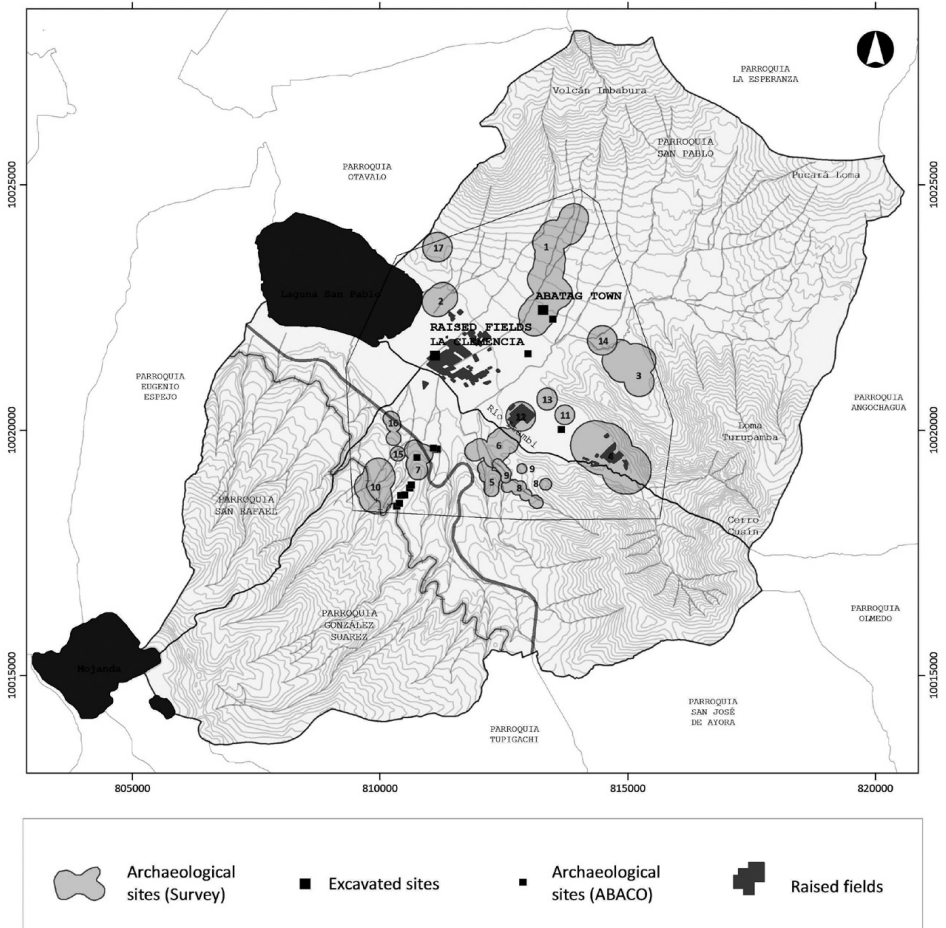
En el área de Imbabura y norte de Pichincha, tanto la mayoría de los camellones como los montículos fueron construidos durante el período Intermedio Tardío y el período Tardío (Figura 2), es decir, entre el 700 y 1500 d. C. aproximadamente (Athens, 2003: 1, 5,13-14; Bray, 2008: 531; Oberem y Wurster, 1989).

En los 30 km<sup>2</sup> prospectados, no se encontró evidencia de sitios más tempranos que las dos últimas partes de la secuencia cronológica (Figura 2), es decir, anteriores al período Intermedio Tardío, con la posible excepción de unos pocos tiestos en el sitio de Abatag (Figura 3), que está sobre una pendiente, con material aparentemente rodado. Estos tiestos podrían ser de períodos más tempranos o de alguna otra área, de la Costa o la Amazonía; aunque una encuesta informal realizada a varios arqueólogos del país no dio una identificación positiva.

El área total de la cuenca del lago no se ha prospectado completa ni sistemáticamente. Se han identificado montículos, que son fáciles de ver a simple vista y en fotografías aéreas. Como se mencionó más arriba, estos pertenecen a la parte tardía de la cronología. La única prospección sistemática, hasta el momento, es la de 30 km<sup>2</sup> hacia el sur y el este del lago. Otra prospección limitada fue realizada

en 1973, por Thomas Myers, mayormente en la parte oeste del lago (Myers, 1976; Myers y Reidhead, 1974). Él localizó varios sitios con cerámica y asignó algunos tiestos al período Formativo Temprano; sostenía que estos estaban relacionados con la alfarería Valdivia y Machalilla de la Costa ecuatoriana. Sin embargo, admitió que los depósitos de una excavación donde encontró los tiestos, que calificó como formativos y con los cuales creó las Fases Espejo, estaban mezclados o perturbados (Myers, 1976: 355).

Athens (1978) contradujo a Myers y puso en duda la afiliación tan temprana para la cerámica de las proximidades del lago. Más bien, evidenció la similitud de los tiestos designados como Fase Espejo por Myers con los de La Chimba, en particular, de la fase La Chimba Medio (Figura 2).



Source: INPC, 2010. Survey, 2013. Photointerpretation SIGTIERRAS, 2014

Figura 3. Límite de la prospección arqueológica, con la ubicación de las áreas de sitios arqueológicos identificados, campos elevados, excavaciones y sitios Ábaco. Mapa elaborado por la Ing. Paulina Rosero, con base en su análisis de la información de la prospección realizada por el arqueólogo Esteban Acosta, y datos del sistema Ábaco.

Los tiestos encontrados en Abatag, en las laderas del complejo Imbabura, no son tardíos, con base en mi conocimiento de la cerámica de la Sierra Norte (Cordero, 2009). Tampoco parecen ser exactamente La Chimba (Athens, comunicación personal, 2015). Existe la posibilidad de que estos, al igual que los de la Fase Espejo de Myers, correspondan a un Formativo Tardío local (Athens, comunicación personal, 2015). El limitante para profundizar en el estudio de cerámica más temprana radica en que lo que se ha encontrado, por lo menos alrededor del lago San Pablo, proviene de contextos mezclados.

### **Presencia de maíz temprano en Ecuador y en Imbabura**

Hasta hace pocos años, la evidencia más temprana del maíz en Ecuador provenía de la Costa, del sitio Las Vegas, con fechas anteriores a 5000 a. C. (Pearsall, 2008: 110, 112-113). Sin embargo, investigaciones recientes dan cuenta de la presencia de este cultígeno en la Sierra Sur, en el sitio Cubilán, alrededor del 6000 a. C. (Pagán-Jiménez, Guachamín-Tello, Romero Bastidas y Constantine-Castro, 2016), y en la Sierra Norte, en el lago San Pablo (Athens, Ward, Pearsall, Chandler-Ezell, Blinn y Morrison, 2015, 2016), alrededor del 4700 a. C. La falta de identificación de sitios arqueológicos de ocupación anterior al período Intermedio Tardío, en los alrededores del lago San Pablo, se vuelve más compleja a partir del hallazgo de evidencias tempranas de maíz.

En el informe completo de Athens (*et al.*, 2015), se presenta el resultado del análisis de varios núcleos o columnas de sedimentos extraídos del lago. Athens (*et al.*, 2015, 2016) determina la presencia de polen de maíz, así como de fitolitos de esta planta. Los núcleos de sedimentos también evidenciaron la presencia de eventos volcánicos y proveyeron fechas radiocarbónicas. De forma muy resumida, se incluye información de Athens (*et al.*, 2015) en la Figura 2, con relación a fechas, presencia de maíz y eventos volcánicos, según se determinaron a partir de los núcleos. Como se observa en esa figura, alrededor del 4700 a. C. aparece la primera evidencia de maíz en el lago, por lo menos hasta la profundidad que llegó la perforación para obtener el núcleo de sedimentos.

Hasta el momento, no se tiene evidencia clara de asentamientos en el área del lago, sino a partir de alrededor del 700 d. C., cuando comienza el período Intermedio Tardío. Se conocen solo unos pocos sitios más tempranos en la Sierra Norte; por ejemplo, los de La Chimba (Athens, 1995) y Las Orquídeas (Montalvo y Dyrdaahl, 2015). No hay evidencia alguna de sitios tan tempranos como la primera evidencia de maíz en el lago. El motivo de esta ausencia se analiza en la siguiente sección.

### **El volcanismo en la Sierra Norte y su impacto en las sociedades prehispánicas y en el trabajo arqueológico**

La presencia de estratos de tefras volcánicas del Holoceno en sitios arqueológicos de la Sierra y la Costa se ha reportado en varias publicaciones, además de la

presente, así como el impacto que las erupciones pueden haber tenido sobre los pueblos del Ecuador antiguo (Hall y Mothes, 1994, 2008; Mothes, coord., 1998). Casos específicos de capas de ceniza del volcán Quilotoa, de la erupción fechada en 800 años antes del presente (Hall y Mothes, 2008), detectadas sobre campos elevados prehispánicos, se reportan en Athens (1998: 173) para el área de Otavalo; en Villalba (2007), para la de Cayambe; y en Wilson, Simpson y Currie (2002), para Zuleta. En el área cercana al lago San Pablo, se observan evidencias de tefras generalmente en cortes profundos para caminos y en algunas quebradas (Figuras 4 y 5b, c). En 1984, Knapp observó una fina capa de material volcánico en unos campos de camellones de San Pablo (Knapp y Mothes, 1998: 146).

Una ventaja de la presencia de tefras es que estas permiten hacer un fechamiento relativo de materiales culturales asociados, en vista de que se conocen ya las fechas de erupciones de varios volcanes (Figura 2). Sin embargo, tanto capas gruesas de tefras como de otros materiales volcánicos pueden ocultar o hacer más difícil detectar la presencia de sitios arqueológicos, lo que representa un reto para las metodologías utilizadas comúnmente en prospecciones y reconocimientos regionales.

Hasta el momento, no se ha determinado cómo y en qué magnitud las erupciones pueden haber afectado las ocupaciones prehispánicas de áreas específicas de la Sierra Norte, como se ha hecho, por ejemplo, en el valle de Zapotitán, El Salvador (Sheets, 1983a). Pero más allá del impacto que los eventos volcánicos puedan haber tenido sobre la vida de los habitantes antiguos, es necesario resaltar también el problema que los resultados de estos eventos plantean para los arqueólogos cuando se hace una prospección, con el fin de realizar estudios de patrones de asentamiento. Dependiendo de la magnitud de los eventos volcánicos, estos pueden producir una aparente ausencia o baja representación de sitios más tempranos, como se ha observado en El Salvador. Sheets (1983b: 280) comenta la frustración que provocó la baja representación de sitios del Preclásico, debido a que estos se encuentran a mayor profundidad, bajo la tefra del volcán Ilopango.

Los estudios de patrones de asentamiento implican analizar la forma en que las poblaciones se distribuyeron a través del paisaje a una escala regional. El análisis conlleva la identificación de patrones en esta distribución. No obstante, el fin de un estudio de patrones de asentamiento va más allá de enumerar y categorizar el tipo de sitios que se identifican en el espacio. Lo interesante de esta metodología es que puede ser utilizada para enfrentar preguntas antropológicas importantes, como lo es, por ejemplo, cómo se dio el desarrollo de la complejidad social (Cordero, 2013). Para entender procesos de este tipo, sería ideal encontrar la evidencia de asentamientos a través de toda la secuencia cronológica, a fin de observar los cambios a lo largo del tiempo. Esto no fue posible en el proyecto de San Pablo, en vista de que solo se localizaron sitios tardíos. Si queremos entender cómo se llegó a la formación de los cacicazgos o los señoríos prehispánicos, que se sabe estuvieron asentados en el área de Otavalo, incluyendo el lago San Pablo (Caillavet, 2000; Cor-



Figura 4. Quebrada con corte al pie de la Panamericana Norte, lado oeste de la carretera, antes de llegar al desvío hacia la parroquia González Suárez. Fotografía por María Auxiliadora Cordero, 30 de julio 2015.

dero, 2009; Salomon, 2011), es importante estudiar los asentamientos anteriores a estas formas más complejas de organización. Aquí viene a colación, entonces, la necesidad de determinar dónde y cómo se debe buscar los sitios correspondientes a los habitantes que sembraron ese maíz temprano, encontrado en los sedimentos del lago, así como posteriores asentamientos (pero anteriores al período Intermedio Tardío), si es que existieron. También es interesante entender cómo afectaron los eventos volcánicos a los grupos humanos y qué impacto tuvieron sobre la organización social.

La Figura 2 tiene como base los trabajos de Athens, quien ha realizado investigaciones de larga duración en la Sierra Norte, que incluyen dataciones por radiocarbono. Como se puede observar en ellos, parece existir un abandono del área entre, aproximadamente, el año 1500 a. C. y 800 d. C. Sin embargo, con la excepción de un depósito sin cerámica que Athens (2003: 13) encontró en el sitio IM-11 en Otavalo, fechado a aproximadamente del 1730 a. C., y de la presencia de maíz que se encuentra en distintos momentos en las columnas de sedimentos que extrajo del lago (Athens *et al.*, 2015), no hay mucha más evidencia de ocupaciones tempranas, fechadas con seguridad, en las cercanías del lago San Pablo. De aquí surge la incógnita de qué pasó con los posibles sitios ocupados, permanente o estacionalmente, por grupos que habrían estado cultivando maíz alrededor de 4700 a. C. y más tarde, en la cuenca del lago.

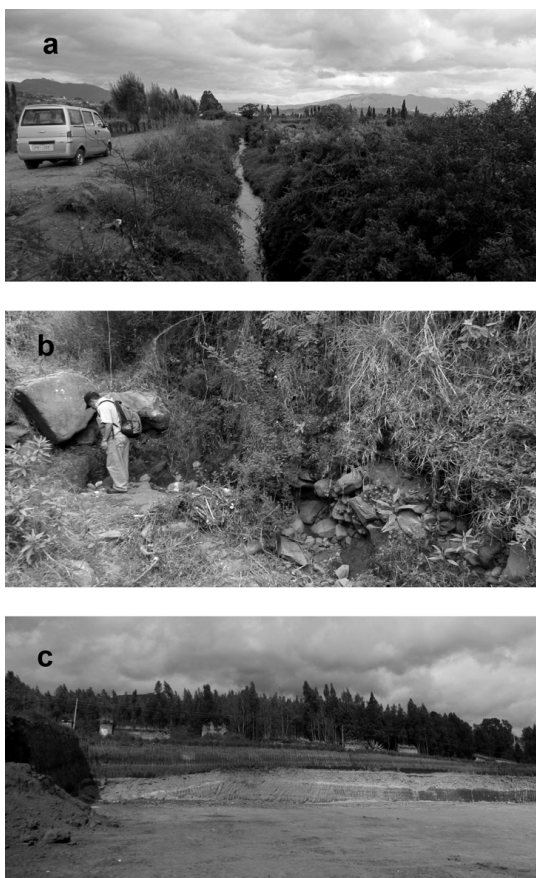
De la misma manera que Athens encontró el sitio IM-11 en Otavalo (Athens, 1998) y que se descubrió un sitio arqueológico enterrado en terrenos de la Ciudad del Conocimiento, Yachay, en Urcuquí, provincia de Imbabura (Byron Camino, comunicación personal, 2015), parecería que la única esperanza de encontrar sitios anteriores al período Intermedio Tardío está en contar con suerte. Sin embargo,

en una arqueología científica, esto no es admisible y será necesario establecer un programa sistemático para encontrar sitios tempranos, si queremos poder hacer un análisis de las sociedades norandinas y de su desarrollo a lo largo del tiempo. Solo de esta manera podremos contestar algunas de las importantes preguntas antropológicas que se han planteado acerca del surgimiento de la desigualdad y las formas complejas de organización social en el área. Por ende, son necesarias nuevas estrategias en los proyectos de prospección.

## **El complejo volcánico Imbabura y la búsqueda de sitios enterrados en los alrededores del lago San Pablo**

En el caso específico del área del lago San Pablo, además de las capas de ceniza volcánica que afectaron a la región, como se ha registrado en las columnas de sedimentos obtenidas por Athens (*et al.*, 2015) y que se resumen en la Figura 2, se debe tener en cuenta, en particular, los procesos que han tenido lugar en el Complejo Volcánico Imbabura. Este se compone de dos edificios volcánicos (Taita Imbabura y Huarmi Imbabura), más depósitos de avalanchas y flujos piroclásticos (Ruiz, 2003: 41). Recientes investigaciones geológicas (Le Pennec, Ruiz, Eissen, Hall y Fornari, 2011; Ruiz, 2003) proveen bastante información acerca de los procesos volcánicos del Complejo Imbabura. Los estudios muestran que el volcán ha tenido actividad en el Pleistoceno Tardío y el Holoceno Temprano. La figura en la página 133 de Le Pennec (*et al.*, 2011) parece indicar que hay depósitos de 100 y más centímetros de espesor, producto de un *blast* (explosión dirigida), del Huarmi Imbabura en el Pleistoceno Tardío. Este episodio es anterior a la aparición del maíz en el área, en las columnas de sedimento de Athens (*et al.*, 2015). Sin embargo, Le Pennec (*et al.*, 2011: 131) menciona que los episodios de crecimiento del domo del Huarmi Imbabura no estuvieron bien constreñidos y hay señales de que estos terminaron alrededor de 8400 a 9300 años antes del presente, fechas más cercanas a las del maíz en el lago. ¿Podrían existir evidencias de ocupación humana en la zona antes de ese tiempo? Parecería que encontrar sitios de cazadores-recolectores y horticultores tempranos sería difícil sin la ayuda del azar o de un buen plan de muestreo y búsqueda, que contemple el hecho de que estos pueden estar debajo de un metro —o seguramente más— de material volcánico.

Por su parte, Ruiz (2003: 82) indica que en la loma de Araque hay depósitos cubiertos por un suelo datado en, aproximadamente, 7940 AP y otros materiales de actividad reciente del Huarmi Imbabura. Adicionalmente, sugiere que, de acuerdo con esas evidencias más las de los análisis físicos de las tefras del lago, el período de formación del Huarmi Imbabura estaría entre los 8000 y 4000 años AP (Ruiz, 2003: 99). Eventos más recientes en tiempos históricos, en el complejo volcánico, incluyen flujos de lodo, derrumbes e, incluso, desprendimientos de rocas y flujos de escombros del Huarmi Imbabura, por ejemplo, en 1971 (Ruiz, 2003: 140, Tabla 6.1.2). Aluviones parecen haber ocurrido en tiempos históri-



*Figura 5. a) río Itambi; b) quebrada; c) corte del lado oeste de la autopista Panamericana Norte, sector del lago San Pablo. Fotografías por María Auxiliadora Cordero, 30 de julio 2015.*

cos y prehistóricos. El complejo volcánico está en una zona sísmicamente activa, tiene pendientes muy pronunciadas, y sufre un proceso erosivo que permite que el material poco consolidado se desprenda y cause aluviones o lahares secundarios, en casos de movimientos sísmicos y lluvias fuertes (Gorki Ruiz, comunicación personal, 2015).

La información geológica, entonces, parece reforzar la idea de que los sitios tempranos de ocupación posiblemente se encuentren ocultos por estratos, resultado de la actividad volcánica. Por lo tanto, para obtener una mejor información sobre los patrones de asentamiento humano en el área del lago San Pablo, desde por lo menos el momento de la presencia temprana de maíz en los sedimentos del lago, hasta el inicio de las sociedades complejas del período Intermedio Tardío y el Tardío, incluyendo hiatos debidos a migraciones posiblemente resultantes de eventos catastróficos, será necesario implementar estrategias de investigación que van más allá de la recolección superficial y los sondeos de pala —típicos de los reconocimientos y las prospecciones arqueológicas en muchas áreas del mundo—.

En 2015, realicé un breve recorrido preliminar por algunas zonas de los alrededores del lago San Pablo, para determinar la visibilidad en perfiles que se encontraran expuestos. Con base en ejemplos de otras áreas, los cortes de ríos pueden mostrar perfiles claros de rasgos naturales y también culturales. Sin embargo, en el área en cuestión, el río Itambi —que desemboca en el lago (Figura 5a)— no es muy ancho ni presenta grandes perfiles expuestos. Queda por explorar más de este río y otros, para determinar si hay perfiles que puedan rendir información.

La observación de algunas quebradas en el lado oeste de la carretera Panamericana Norte, a la altura del lago, se vio en muchos casos frustrada por la presencia de grandes rocas que hacían difícil el acceso, además de la vegetación en el fondo de las quebradas, entre las rocas y en las paredes (Figura 5b). La mejor visibilidad se obtuvo en cortes recientes realizados para la ampliación de la Panamericana Norte, como en el caso de la Figura 4 y 5c.

Se espera desarrollar un proyecto futuro para incorporar, en una nueva prospección de partes no estudiadas aún en la cuenca del lago, estrategias de evaluación sistemática de perfiles expuestos, que incluyan la limpieza de perfiles en quebradas secas y ríos de la cuenca del lago, a fin de establecer si de esta manera se pueden localizar sitios arqueológicos enterrados bajo capas de materiales volcánicos.

## Discusión y conclusiones

Como se ha presentado en las páginas anteriores, el área de la cuenca del lago San Pablo parece haber tenido la presencia de gente que cultivó maíz tan temprano como en el 4700 a. C. Sin embargo, las investigaciones arqueológicas no han encontrado sino evidencias de asentamientos que datan de después del 700 d. C. La razón para esta falta de evidencia parece ser la actividad volcánica de la Sierra Norte, en particular, los eventos del Holoceno Temprano y, muy posiblemente, también de tiempos históricos correspondientes al Complejo Volcánico Imbabura, al pie del cual se encuentra el lago.

Las preguntas antropológicas importantes sobre la ocupación inicial del área y el surgimiento de la complejidad social (de lo que originalmente deben haber sido grupos de cazadores-recolectores y horticultores, a cacicazgos complejos de la época previa a la llegada de los europeos) solo pueden contestarse si contamos con información arqueológica de toda o la mayor parte de la secuencia cronológica. Se hace indispensable, entonces, poder ubicar sitios tempranos. Como se ha puesto en evidencia, si estos sitios existieron y si hubo ocupación —ya sea de manera continua o con abandonos puntuados debido a desastres naturales, producto del volcanismo—, estos deben estar cubiertos por capas más o menos grandes de cenizas y escombros.

Los futuros esfuerzos arqueológicos para el estudio de las sociedades prehispánicas del área del lago San Pablo deberán incluir estrategias, que van más allá de las prospecciones con recolecciones de superficie y sondeos de pala para la ubicación de sitios. Se necesita, en primer lugar, diseñar campañas de campo que involu-



cren la colaboración estrecha con geólogos. Un muestreo profundo de las áreas de estudio se hace poco práctico y costoso, si tenemos en cuenta que algunos sitios pueden estar cubiertos por gran cantidad de flujos volcánicos, cenizas y escombros. Se propone, por lo tanto, que en la investigación para ubicar sitios tempranos se incluya el examen sistemático de quebradas y cortes de caminos y carreteras, que incluyan la limpieza de grandes perfiles, a fin de obtener una buena visibilidad y determinar si existe la presencia de restos culturales. Si se ubican de esta manera evidencias de ocupación, será más fácil determinar sitios que se necesitan excavar. También es importante contar con maquinaria pesada, en los casos que sea necesario, pero una vez que se determine la real posibilidad de la antigua presencia humana en lugares específicos.

Una estrategia de investigación que involucre el conocimiento profundo de los procesos volcánicos locales y la adaptación de las metodologías para que consideren estos procesos es lo único que ayudará a aclarar el pasado de esta región, así como de otras zonas de la Sierra ecuatoriana afectada por el volcanismo.

## **Agradecimientos**

Debo agradecer a la SENESCYT por la oportunidad de la Beca Prometeo, que me permitió participar en el proyecto en el área del lago San Pablo; a INPC, por la ejecución del proyecto; a la Ing. Paulina Rosero, geógrafa del proyecto, por el apoyo con mapas y análisis; al arqueólogo Esteban Acosta, por haber estado a cargo de la mayor parte del trabajo de campo durante la prospección y excavación de unidades; a J. Stephen Athens, por las interesantes discusiones sobre la arqueología de la Sierra Norte; a José Echeverría y Cristina Muñoz, por su amistad y hospitalidad en Otavalo, así como por las conversaciones sobre el quehacer arqueológico del área. Un especial reconocimiento al Ing. Gorki Ruiz, por haberme facilitado una copia de su tesis y por las explicaciones y las conversaciones a distancia a las que accedí aún sin conocerme personalmente. Cualquier error en los datos o en su interpretación en este artículo es, sin embargo, de mi absoluta responsabilidad.

Finalmente, quiero reconocer la buena disposición y ayuda de los habitantes de las parroquias en las cuales se realizó el trabajo de campo y, en particular, a quienes colaboraron en nuestro proyecto: Gonzalo Cabascango, Juan Gualataca, Geovany Perugachi, Hugo Perugachi y Roberto Tocagón.

## Bibliografía

- Acosta, E. (2014). *Informe final de prospección-Otavaló. Proyecto «Principios culturales y tecnológicos asociados a las modalidades de ocupación territorial en el Período de Integración: valoración y uso en el Ecuador actual»*. Ms. Quito: Instituto Nacional de Patrimonio Cultural.
- Athens, J. S. (1978). Formative Period Occupations in the Highlands of Northern Ecuador: A Comment on Myers. *American Antiquity*, 43 (3), 493-496.
- Athens, J. S. (1995). Relaciones Interregionales Prehistóricas en el Norte de los Andes: Evidencia del Sitio La Chimba, en el Ecuador Septentrional. En Gnecco, C. (Ed.), *Perspectivas Regionales en la Arqueología del Suroccidente de Colombia y Norte del Ecuador (3-29)*. Popayán: Editorial Universidad del Cauca.
- Athens, J. S. (1998). Volcanism and Archaeology in the Northern Highlands of Ecuador. En Mothes, P. (Ed.), *Actividad volcánica y pueblos precolombinos (157-189)*. Quito: Ediciones Abya-Yala.
- Athens, J. S. (2003). *Inventory of Earthen Mound Sites, Northern Highland Ecuador. Final project report prepared for H. John Heinz III Fund Grant Program*. Quito y Honolulu: Instituto Nacional de Patrimonio Cultural e International Archaeological Research Institute, Inc.
- Athens, J. S., Ward, J., Pearsall, D., Chandler-Ezell, K., Blinn, D. y Morrison A. (2015). *Prehistoric Maize in the Northern Andes: Coring Investigations at Lake San Pablo, Ecuador*. (National Science Foundation Final Project Report, Award BCS-0211168). Honolulu: International Archaeological Research Institute, Inc.
- Athens, J. S., Ward, J., Pearsall, D., Chandler-Ezell, K., Blinn, D. y Morrison, A. (2016). «Early Prehistoric Maize in Northern Highland Ecuador». *Latin American Antiquity*, 27(1), 3-21.
- Bray, T. (2008). Late Pre-Hispanic Chiefdoms of Highland Ecuador. En Silverman, H. e Isbell, W. (Eds.), *Handbook of South American Archaeology*. Nueva York: Springer Science & Business Media.
- Caillavet, C. (2000). *Etnias del Norte: Etnohistoria e Historia de Ecuador*. Quito: Ediciones Abya-Yala.
- Cordero, M. A. (2009). *El cacicazgo Cayambi. Trayectoria hacia la complejidad social en los Andes septentrionales*. Quito: Ediciones Abya-Yala.
- Cordero, M. A. (2013). *Estudio de patrones de asentamiento en el área del Otavaló prehispánico. Propuesta de investigación aprobada para la beca Prometeo de investigación*. Quito: SENESCYT.
- Hall, M. y Mothes, P. (1994). «Tefroestratigrafía holocénica de los volcanes principales del valle interandino, Ecuador». En Marocco, R. (Ed.), *El Contexto Geológico del Espacio Físico Ecuatoriano: Neotectónica, Geodinámica, volcanismo, Cuencas Sedimentarias, Riesgo Sísmico. Estudios de Geografía 6 (47-67)*. Quito: Corporación Editora Nacional y Colegio de Geógrafos del Ecuador.
- Hall, M. y Mothes, P. (2008). Volcanic Impediments in the Progressive Development of Pre-Columbian Civilizations in the Ecuadorian Andes. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 176, 344-355.
- Knapp, G. y Mothes, P. (1998). Quilotoa Ash and Human Settlements in the Equatorial Andes. En Mothes, P. (Ed.), *Actividad volcánica y pueblos precolombinos*. Quito: Ediciones Abya-Yala.
- Le Pennec, J., Ruiz, A., Eissen, P., Hall, M. y Fornari, M. (2011). Identifying potentially active volcanoes in the Andes: Radiometric evidence for late Pleistocene-early Holocene eruptions at Volcán Imbabura, Ecuador. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 206, 121-135.
- Montalvo, C. y Dyr Dahl, E. (2015). *Informe final de las intervenciones realizadas en el yacimiento arqueológico Las Orquídeas, Parroquia de San Antonio, Cantón Ibarra, Provincia de Imbabura*. Quito: Instituto Nacional de Patrimonio Cultural.
- Mothes, P. (Ed.). (1998). *Actividad volcánica y pueblos precolombinos*. Quito: Ediciones Abya-Yala.
- Myers, T. (1976). Formative Period Occupations in the Highlands of Northern Ecuador. *American Antiquity*, 41(3), 353-360.
- Myers, T. y Reidhead, V. (1974). Site Stratification in a Lacustrine Environment: Evidence from Highland Ecuador. *Proceedings of the Indiana Academy of Science*, 83, 65-73.
- Oberem, U. y Wurster, W. (Eds.). (1989). *Excavaciones en Cochasquí, Ecuador. 1964-1965*. Mainz am Rhein: Verlag Philipp von Zabern.
- Pagán-Jiménez, J., Guachamín-Tello, A., Romero-Bastidas, M. y Constantine, A. (2016). Late ninth millennium B. P. Use of *Zea mays* L. at Cubilán area, highland Ecuador, revealed by ancient starches. *Quaternary International*, 404 Part A (6), 137-155.

- Pearsall, D. (2008). Plant Domestication and the Shift to Agriculture in the Andes. En Silverman, H. e Isbell, W. (Eds.), *The Handbook of South American Archaeology* (105-120). Nueva York: Springer Science & Business Media.
- Ruiz, A. (2003). *Estudio Geovolcanológico del Complejo Volcánico Imbabura*. (Tesis inédita de Ingeniería en Geología). Escuela Politécnica Nacional, Quito.
- Salomon, F. (2011). *Señores étnicos de Quito en la época de los incas: la economía política de los señoríos norandinos*. (Segunda edición, corregida y aumentada). Quito: Instituto Metropolitano de Patrimonio y Universidad Andina Simón Bolívar.
- Sheets, P. (Ed.). (1983a). *Archaeology and Volcanism in Central America: The Zapotitán Valley of El Salvador*. Austin: University of Texas Press.
- Sheets, P. (1983b). Summary and Conclusions. En Sheets, P. (Ed.), *Archaeology and Volcanism in Central America: The Zapotitán Valley of El Salvador* (275-293). Austin: University of Texas Press.
- Villalba, F. (2007). *Estudio Funcional de los Camellones de Cayambe, Sistema Agrícola Precolombino, en el Sector La Tola, de la Sierra Norte del Ecuador (Período de Integración)*. (Tesis inédita de grado). ESPOL, Guayaquil.
- Wilson, C., Simpson, I. y Currie, E. (2002). Soil Management in Pre-Hispanic Raised Field Systems: Micromorphological Evidence from Hacienda Zuleta, Ecuador. *Geoarchaeology: An International Journal*, 17(3), 26-283.

# Geoarqueología en la costa manabita: Cambios en el paisaje costero y su importancia para las ocupaciones humanas de ayer y hoy

---

Cristian M. Favier Dubois\* y Juan José Ortiz Aguilú\*\*

## Introducción y objetivos

El estudio de los cambios que sufrió el paisaje costero manabita a lo largo de milenios permite interpretar su fisonomía actual, así como comprender su evolución y el uso que le dieron las poblaciones humanas desde tiempos prehispánicos. La Costa es un ambiente muy dinámico, cuyos procesos modeladores no dejan de actuar, lo que hace necesario abandonar aquella perspectiva estática que a veces se tiene del paisaje litoral, que no evalúa sus transformaciones y subestima potenciales cambios e incluso riesgos.

La provincia de Manabí es conocida por la gran cantidad de material arqueológico que ha sido hallado en su territorio, particularmente en la región costera (Estrada, 1962; Norton, Lunnis y Nayling, 1983; Mester, 1985; Zeidler y Pearsall, 1994; Usselman, 2006; Bouchard, Fuentes y López, 2006; Bouchard, 2010; Graber, 2010, entre otros). Sin embargo, para comprender mejor este registro arqueológico, hace falta contextualizarlo y ubicar a la gente en el paisaje que la rodeaba, lo que da sentido a muchos hallazgos y a la reconstrucción de actividades y estilos de vida del pasado. Para aproximarnos a aquellos escenarios que la gente ocupaba en la antigüedad, se emplean herramientas metodológicas de la geología, como son los estudios geomorfológicos, estratigráficos y sedimentológicos, que en este caso se utilizan con objetivos arqueológicos. A este abordaje interdisciplinario se lo denomina *geoarqueología*, consiste en el uso de métodos y conceptos de las Ciencias de la Tierra en la investigación arqueológica (Butzer, 1982). Se trata de una disciplina muy promisoría, que se encuentra en crecimiento en América Latina. Desde esta perspectiva, se hace necesario conocer la evolución costera y los procesos geomorfológicos desarrollados en los últimos milenios, para entender la formación, la antigüedad y el contenido de los sitios arqueológicos litorales, como

---

\* SENESCYT - Prometeo, Área de Arqueología y Proyecto de Arqueología Experimental, Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación, Universidad Técnica de Manabí y CONICET-INCUAPA, Departamento de Arqueología, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. cfavier@gmail.com

\*\* Área de Arqueología y Proyecto de Arqueología Experimental, Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación, Universidad Técnica de Manabí. jjortizaguilu@gmail.com



Figura 1. Imagen satelital del área de estudio, con ubicación de las localidades mencionadas en el texto.

así también su situación actual, es decir, por qué aparecen los yacimientos en la forma en que los vemos hoy.

En esta contribución en particular, se hace referencia a los objetivos, la metodología y los resultados preliminares de un proyecto de investigación geoarqueológica, iniciado recientemente en la faja costera central del Ecuador. El mismo se propone evaluar de qué manera las modificaciones en la morfología costera han afectado los ambientes litorales y la disponibilidad de recursos para las poblaciones humanas que habitaron la costa manabita a lo largo del Holoceno, como así también analizar las consecuencias de la dinámica costera pasada y sus proyecciones futuras para las comunidades que lo habitan en la actualidad.

La primera etapa de estudios incluyó la selección de dos localidades en la costa central de Manabí, con características contrastantes respecto a la dinámica litoral: Liguiqui y Charapotó (Figura 1). La localidad Liguiqui (cantón Manta), corresponde a un sector de acantilados que sufren erosión marina. Allí se observa un retroceso costero, que ha desmoronado estructuras y depósitos de origen arqueológico, proceso que continúa en la actualidad afectando también las construcciones de la comunidad que habita allí. Por otro lado, la localidad Charapotó (cantón Portoviejo), que incluye relevantes sitios como Japotó, se ubica en una planicie de acumulación próxima a la costa, sobre la que se construyeron montículos artificiales o *tolas* (Usselman, 2006; Bouchard *et al.*, 2006; Buchar, 2010; Sánchez e Iturralde, 2014). Se trata de lo que fuera antiguamente una bahía, hoy rellena por sedimentos marinos y fluviales, entre los que discurre el curso inferior del río Portoviejo. La importancia de los estudios geoarqueológicos en ambos casos no se restringe al

pasado arqueológico; posee consecuencias palpables para los pobladores actuales de cada zona, dado que explica muchas características del territorio que ocupan, entre ellas: la continuidad del avance de la erosión costera en el primer ejemplo y la salinidad de las aguas subterráneas en el segundo. Esto permite evaluar, además, algunos aspectos de la posible evolución futura de este paisaje litoral.

### Área de estudio y su dinámica geoambiental

La costa de Manabí central posee un clima seco y cálido, con una predominancia de meses secos y una temperatura media de 25 °C (Winckell y Zebrowski, 1997). Las precipitaciones oscilan entre los 300 y 600 mm al año, aunque estos valores pueden ser ampliamente superados durante los episodios de El Niño. La vegetación es xerofítica en las bajas alturas, compuesta de matorrales con arbustos espinosos (monte espinoso tropical), donde sobresalen las altas ceibas; sin embargo, sobre los 100 metros de altura, la presencia de nieblas costaneras a lo largo del año favorece el desarrollo de bosques más húmedos (Estrada, 1962).

La Costa ecuatoriana es muy dinámica y el litoral manabita no escapa a esa generalidad. A continuación, se desarrolla una serie de factores geoambientales, que han influido en las características que se observan a lo largo del mismo.

1. Movimientos tectónicos: afectan recurrentemente esta costa, que se encuentra en el margen activo de subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana. Allí se generan numerosos sismos y sus consecuencias, entre ellas: *tsunamis*, fallamientos y deslizamientos. Entre 1586 y 2012, se han identificado 58 eventos de *tsunamis* que afectaron la Costa ecuatoriana; casi un cuarto de ellos fueron de campo cercano, es decir, originados en la Costa del país o en áreas adyacentes hacia el norte o hacia el sur, y 10 de estos casos fueron sucesos destructivos (Contreras López, 2013). Existen criterios para la detección de paleo-*tsunamis*, como los que utilizaron Chunga y Toulkeridis (2014) para dar cuenta del primer registro estratigráfico de un evento de este tipo en Ecuador, ocurrido hacia el año 1250 AP. Ello abre la posibilidad de detectar tales episodios en el pasado y analizar sus consecuencias para las comunidades litorales. Los sismos producen paralelamente el movimiento de las fallas, y dan lugar a levantamientos y hundimientos locales a lo largo de fracturas en la línea de costa, que modifican su evolución y la de las redes de drenaje que se dirigen hacia el mar, con consecuencias para los ambientes litorales y las ocupaciones humanas (e.g. Santana, Dumont, Valdez, Pazmiño, Tihay, Usselmann y López, 2005-2006; Dumont, Santana, Valdez, Tihay, Usselmann, Iturralde y Navarette, 2006). En el caso de las pendientes con sedimentos inconsolidados, los movimientos telúricos provocan deslizamientos de tierras —algunos con graves resultados— y la licuefacción de suelos saturados de agua, que dan lugar a hundimientos locales del terreno (Usselmann, 2010).

2. Volcanismo: vinculado a la tectónica, el volcanismo afecta toda la región y se ve expresado en la Costa —principalmente por las lluvias de cenizas—, en vista

de la distancia que existe a los focos de emisión en la cordillera Andina (unos 200 km y más). Erupciones de gran magnitud —como las del Quilotoa (datada en 800 años AP) o el Pululahua (2400 años AP) por mencionar solo dos— han dejado su impronta en la Costa, a través de importantes y extendidos depósitos de tefra con variable impacto sobre las sociedades humanas, ya sea que esta represente una caída primaria o haya sido re TRABAJADA posteriormente por procesos fluviales y coluviales (Isaacson, 1994; Mothes, 1998; Vallejo Vargas, 2011, entre otros).

3. Cambios del nivel del mar: durante el máximo térmico del Holoceno —también conocido como Megatermal o *Hypsithermal* (Fairbridge, 2009)— ocurrió un importante incremento del nivel del mar, con un pico máximo entre los 7000 y 6000 años AP (Holoceno Medio). Ello dio origen a una transgresión marina que afectó todo el globo, con alturas de 4 o 5 m por encima de las del nivel del mar actual. No obstante, su registro altimétrico varía de región en región, de acuerdo con variables locales (i.e. relieve y litología costera, tectónica de ascenso o descenso, etc.), por lo que su incidencia debe evaluarse en cada sector en particular. Para el caso manabita, no hay aún registros de terrazas de erosión o depósitos marinos correspondientes a esta transgresión, pero sí existen para la costa de Esmeraldas. Allí, en el área del sitio arqueológico La Tolita, se obtuvieron fechados radiocarbónicos de hasta unos 5400 años AP sobre moluscos procedentes de cordones de playa alejados unos 7 km de la costa actual (Tihay y Usselman, 2005), así como una edad máxima de 6880-6660 años AP en un tronco hallado en la parte más interna del área estuarial próxima al pie del antiguo acantilado (Santana *et al.*, 2005-2006; Dumont *et al.*, 2006). Este punto correspondería al límite de la máxima transgresión y se halla ubicado a unos 9 km de la playa actual; es decir, el mar retrocedió toda esa distancia desde entonces en aquel lugar. Los cambios en el paisaje costero, que produjeron tanto esta transgresión como la posterior regresión, han sido enormes para las comunidades humanas y para el registro material de sus actividades en numerosos casos. El incremento del nivel del mar que se está produciendo en la actualidad, debido al calentamiento global, es otro efecto a considerar para las proyecciones futuras de la evolución litoral.

4. Anomalías de circulación oceánica: se destacan en este aspecto las correspondientes al fenómeno ENSO (*El Niño Southern Oscillation*). El Niño (fase cálida) genera abundantes lluvias e inundaciones en la región, y su contraparte de signo opuesto La Niña (fase fría) produce sequías. Durante un fenómeno de El Niño —por la onda térmica—, el nivel del mar se incrementa unos 50 cm en promedio (Arteaga, Tutasi y Jiménez, 2006) y ocasiona que las olas generen mayor erosión costera. A ello se suma que el incremento de las lluvias aumenta la inestabilidad de los acantilados, con retrocesos de varios metros por década (ver Santana, Dumont y King, 2001, para el caso de Punta Gorda, Esmeraldas). Ambos factores aceleran la erosión de los sitios arqueológicos costeros. Paralelamente, las lluvias socavan las laderas de valles y sus áreas de aporte, lo que incrementa la sedimentación

en las planicies aluviales y esto, a su vez, genera procesos de erosión (laderas y cabeceras), así como el sepultamiento de sitios en las zonas de acumulación. El impacto geomorfológico de los procesos vinculados al fenómeno de El Niño ha sido estudiado en Manabí, en el estuario del río Chone, por Tutiven Ubilla (1998). Entre el 4000 y el 2000 AP, aumentó la intensidad y variabilidad de los fenómenos ENSO, de acuerdo con los datos obtenidos en la cuenca del Cariaco, Venezuela (Haug, Hughen, Sigman, Peterson y Röhl, 2001). En esta secuencia marina de alta resolución, se registran los movimientos de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) durante todo el Holoceno, por lo que constituye una curva de referencia ineludible para evaluar el impacto paleoclimático de estos movimientos en la Costa de Ecuador en el pasado.

5. Factores locales: la litología de las rocas que afloran en cada tramo costero determina su resistencia a la erosión. En el litoral manabita, es frecuente el afloramiento de rocas sedimentarias, terciarias y cuaternarias, poco consolidadas. Tales litologías generan tasas de retroceso de acantilados estimadas entre 10 cm y 1 m por año (Sunamura, 1992). Sin embargo, en la localidad de Jaramijó, este retroceso ha sido medido en 26 m en 10 años de observación (Chunga, com. pers.) en sedimentos inconsolidados del Pleistoceno-Holoceno. Tales procesos dan cuenta de que la posición de la línea de la costa puede variar mucho a lo largo de siglos o milenios al mantenerse una dinámica erosiva. Esto lleva a pensar que el paisaje litoral pudo cambiar dramáticamente a lo largo del tiempo y que mucho del registro arqueológico más antiguo se haya perdido en las costas de erosión. Esta erosión se origina principalmente por la acción de las olas, cuyo ángulo de incidencia en función de los vientos prevalecientes ocasiona una dirección de transporte de los sedimentos principalmente hacia el norte en el caso manabita. Ello genera espigas que tienden a cerrar entrantes costeros, que evolucionan de sur a norte (véase, por ejemplo, la gran espiga que culmina en la localidad de Cojimíes). Estas espigas se hallan compuestas por cordones de playa, geoformas que asimismo rellenan pequeños entrantes y bahías a lo largo de la costa. El flujo de sedimentos se modifica notablemente cuando se realizan obras de infraestructura sobre la faja litoral (e.g. puertos, espigones, rompeolas), lo que genera cambios en las tendencias existentes con respecto a la erosión o a la acumulación y afecta simultáneamente a las playas contiguas. La presencia de estuarios (con o sin desarrollo de manglar) y el aporte fluvial relativo de agua y sedimentos al mar son otros factores hidrodinámicos locales importantes a tener en cuenta en el balance erosión-sedimentación.

Todos estos procesos han tenido efectos sobre los ambientes representados y la fisonomía de la costa manabita durante el Holoceno y, por tanto, para las ocupaciones humanas localizadas a lo largo de la misma. Un desafío importante del proyecto geoarqueológico es evaluar tal interacción.



## Metodología de trabajo

La metodología que se ha puesto en marcha consiste en la revisión de la base bibliográfica, geológica, geomorfológica, topográfica y arqueológica de la costa central manabita. La interpretación geodinámica de este litoral se realiza mediante imágenes satelitales a escalas 1:250.000 y 1.100.000, así como a partir de las imágenes que se encuentran a disposición en la web a través del programa Google Earth (incluyendo imágenes históricas). También se utiliza la información de modelos de elevación digital (DEM) de diferente resolución. Como parte del abordaje geológico-geomorfológico, se efectúan observaciones y mediciones de campo, para reconocer los aspectos geológicos y estructurales más sobresalientes en diferentes puntos de la Costa, así como relevamientos, lo cuales permiten obtener información *in situ* sobre los aspectos hidrodinámicos y de la evolución costera en cada caso. Sobre la base de la información reunida, se confeccionan mapas geomorfológicos y paleogeográficos. Esta información se complementa con estudios de la dinámica reciente-actual, el levantamiento de perfiles estratigráficos y muestreos subsuperficiales, mediante testigos obtenidos por percusión (ver Figura 2) y por el uso de barreno.

Para el relevamiento arqueológico, se diseñan transectos (recorridos lineales) y prospecciones orientadas a evaluar la distribución del registro arqueológico a lo largo del litoral bajo estudio. Se iniciaron los muestreos de moluscos en depósitos marinos naturales, para datar antiguas líneas de costa y evaluar los paleoambien-



Figura 2. Utilización del equipo de obtención de testigos de suelo por percusión, localidad Charapotó.

tes representados. Paralelamente, se llevaron a cabo sondeos estratigráficos en los depósitos arqueológicos, con el objetivo de obtener información arqueofaunística básica (recursos explotados) y muestras para datar las ocupaciones (moluscos y carbones) mediante fechados radiocarbónicos. A partir de ello, se evaluará la relación entre la evolución costera, los asentamientos humanos, los paleoambientes litorales reconocidos y los recursos explotados. Las muestras de sedimento recuperadas se analizan en el laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Manabí (UTM, Portoviejo), institución que también provee la movilidad y el apoyo logístico para estas investigaciones.

## Primeros resultados

Se cuenta aún con pocos resultados, dado que el proyecto ha comenzado recientemente. Se presentan aquí los derivados del estudio preliminar de las dos localidades inicialmente seleccionadas: Liguiqui y Charapotó.

### *1. Sector bajo erosión costera. Localidad arqueológica Liguiqui (cantón Manta)*

Se trata de una localidad arqueológica con ocupaciones, principalmente, correspondientes a la cultura Manteña (Ortiz Aguilú, 2012), ubicada en una costa bajo erosión (Figura 3). Este litoral se caracteriza por la presencia de un relieve de lomadas, que retroceden a partir de un frente acantilado, el cual sufre la acción de las olas sobre afloramientos terciarios escasamente consolidados (limos, calizas y arenas finas de la formación San Mateo). En el sector desemboca un curso de agua, el río Liguiqui, que esporádicamente aporta sedimentos de variado tamaño (limo a bloques) a la costa, principalmente, en la temporada de lluvias y durante los episodios de El Niño. El valle del río Liguiqui se ha profundizado notablemente en los últimos años, a causa del impacto de actividades antrópicas (sobre todo, el desmonte y la remoción de tierras para las obras de construcción); esto ha profundizado su cauce decenas de metros y ha generado derrumbes en las paredes de este valle, que afectan las estructuras prehispánicas del lugar.

En las playas de esta localidad, se observan rocas, especialmente sedimentarias y volcánicas, que atestiguan el aporte de clastos tamaño grava y bloque, tanto de origen natural como cultural; estos últimos, a partir de las estructuras arqueológicas que se han desmoronado y aún se desmoronan en el frente de erosión costero.

Un aspecto muy interesante de Liguiqui es la presencia sobre la plataforma litoral (intermareal rocoso) de estructuras curvilíneas a semicirculares de rocas acomodadas artificialmente, interpretadas como corrales de pesca (Ortiz Aguilú, 2012), que quedan al descubierto durante las bajamareas. Estas estructuras se disponen en sucesivas líneas arqueadas, que se adentran hacia el mar en diferentes puntos de la costa y a lo largo de la misma; de esta manera, algunas de ellas quedan sumergidas permanentemente aún en las bajantes mayores. La pérdida de funcionalidad de estas últimas en el presente atestiguaría el retroceso de la línea de costa.



*Figura 3. Vista panorámica de la localidad Liguí.*

Entre las estructuras arqueológicas que se han preservado en los sectores elevados, se destacan recintos y rampas construidos con bloques de tamaños medianos a grandes, algunos ya muy desdibujados, asociados con potentes basurales que han ido descendiendo por gravedad por las pendientes y que se observan en los cortes del camino que baja hasta la playa. Estos basurales prehispánicos incluyen gran cantidad de cerámica, restos de variados moluscos y peces, así como numerosos fragmentos de carbón. Poseen una matriz fina derivada de los sedimentos limoarenosos, que constituyen el afloramiento terciario y no presentan estratificación, antes bien, un arreglo caótico de materiales en disposición matriz soportada. En uno de los cortes expuestos por la ruta, donde aflora uno de estos basurales, se ha levantado un perfil estratigráfico de 6 m de altura (Figura 4) y se ha realizado un muestreo de moluscos, restos de peces y carbones, con el fin de iniciar estudios geoarqueológicos, arqueofaunísticos, paleoambientales, así como dataciones radiocarbónicas en el lugar.

Algunos de los frentes expuestos por la ruta, que cortan basurales y rellenos prehispánicos, atestiguan en su tope la presencia de una o hasta dos capas de cenizas volcánicas de color blanco o blanquecino, de 15 a 20 cm de espesor. Un primer análisis geológico bajo lupa binocular muestra que guardan estrecha correspondencia con la mineralogía de las cenizas del volcán Quilotoa (Mulas, com. pers.), lo que puede relacionarse tentativamente con la gran erupción registrada por este volcán



Figura 4. Perfil expuesto en Liguíqui, donde se observa el basural arqueológico (flecha) que ha sido muestreado para diversos estudios.

hacia el 800 AP (Mothes y Hall, 1998). Este hecho sería coherente con el contexto arqueológico Manteño tardío del sitio.

Finalmente, es interesante notar que en los acantilados costeros del lugar se observan varias fallas que, aunque pequeñas, atestiguan la recurrente actividad sísmica a la que se hizo referencia con anterioridad. Cabe destacar, asimismo, que no se observan terrazas marinas de erosión en este litoral, las que sí se han registrado en otros sectores de la península de Manta, aunque todas de edad pleistocena (Pedoja, Dumont y Ortlieb, 2009).

## ***2. Sector de acumulación costera. Localidad arqueológica Charapotó, valle inferior del río Portoviejo (cantón Portoviejo)***

Es interesante notar que el valle del río Portoviejo posee una forma de embudo con la boca hacia el mar, el que próximo a la costa se abre en forma de bahía (Figura 1). En la actualidad, este territorio se encuentra relleno por sedimentos principalmente limosos y la conexión al mar se produce a través de la desembocadura del río Portoviejo, mediante un pequeño estuario que presenta un manglar relictual.

La morfología particular de este valle, que se observa claramente en las imágenes satelitales, tiene que ver con sucesivos cambios del nivel del mar ocurridos durante el Pleistoceno-Holoceno (ciclos glaciario-interglaciario) y durante la última etapa, con la

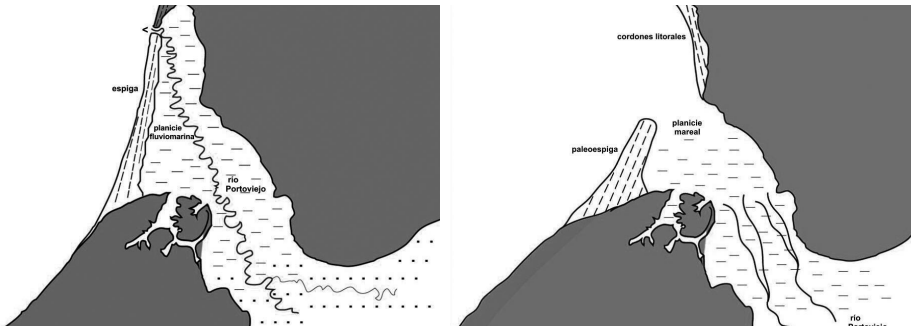


Figura 5. Bosquejo geomorfológico actual (A) y paleogeográfico transgresivo (B) del valle del río Portoviejo.

mencionada trasgresión marina del Holoceno Medio, que afectó este y otros sectores bajos a lo largo del Litoral ecuatoriano. Entre las evidencias que permiten evaluar esta idea se encuentran la estratigrafía y sedimentología de los depósitos que rellenan el actual valle inferior del río Portoviejo, a los que puede accederse a partir de la observación de cortes en el terreno y de la obtención de testigos subsuperficiales.

En la costa actual, entre Crucita y la desembocadura del río Portoviejo (Figura 5A), se observa el desarrollo de una espiga con dirección sur-norte, muy rectilínea, que cierra el sector aledaño hacia el este, deprimido, donde hoy se desarrollan camaronerías, particularmente, en las proximidades de la desembocadura del Portoviejo. Todo este sector, no hace mucho tiempo, constituía una laguna costera con conexión al mar, que fue colmatándose y cerrándose por la paulatina sedimentación procedente de aportes fluviales y las modificaciones para la explotación comercial del camarón. Las salinas ubicadas en las proximidades de San Jacinto y San Clemente atestiguan asimismo la no muy antigua presencia de agua marina en el área.

Antes del cierre de este entrante por la mencionada espiga, durante sucesivas trasgresiones marinas, el mar inundaba y penetraba lo que hoy es el valle del Portoviejo (Figura 5B), hasta una distancia que podrá ser evaluada a través de perforaciones y dataciones. La importancia de estos estudios radica en que, al rellenarse paulatinamente el entrante y ganarse terreno al mar, se generó un paisaje que se fue haciendo accesible para las poblaciones humanas que ocuparon el espacio. Existe entonces una cronología horizontal del paisaje, que puede evaluarse con dataciones radiocarbónicas, como se ha hecho en el mencionado caso del sitio La Tolita (Esmeraldas), donde se han obtenido numerosas edades para antiguas y sucesivas líneas de costa (Tihay y Usselmann, 2005; Dumont *et al.*, 2006). Ello proporciona fechas máximas para las posibles ocupaciones en estas costas.

El escenario costero en el valle del Portoviejo (Figura 5B), durante un pretérito máximo transgresivo, podría ser semejante a lo que hoy se observa en la bahía de Caráquez (Figura 1), en la que el mar penetra profundamente y se configura el estuario del río Chone. Las diferencias que se observan entre ambos sectores en la actualidad (uno ya cerrado y otro aún abierto al mar) pueden tener que ver con

que, en el caso de la cuenca que termina conformando la bahía de Caráquez, el relieve a rellenar era mucho mayor (hecho que puede observarse en imágenes de elevación del terreno) y no hubo tiempo suficiente para que procesos marinos y fluviales lograran colmatarlo, como sí lo hicieron en lo que hoy constituye la depresión del valle del río Portoviejo, de menor envergadura.

Respecto a las ocupaciones humanas prehispánicas en Charapotó, hacia la desembocadura del río Portoviejo, se encuentra el renombrado sitio Japotó conocido principalmente por la presencia de montículos o tolas, las que también se encuentran en sitios cercanos de la parroquia de Charapotó, como El Charco y La Hacienda (Buchard *et al.*, 2006; Buchard, 2010; Sánchez e Iturralde, 2014). En estos sitios, se halló numerosa evidencia arqueológica correspondiente al período de integración (aprox. 1500 a 500 años AP), así como abundantes restos de fauna marina, representada principalmente por moluscos y peces. Este hecho guarda coherencia con la presencia cercana del manglar y la costa en aquel entonces, como también sugiere Bouchard (2010). Por la ubicación que posee Charapotó (Figura 1), era esperable la presencia de evidencia arqueológica tardía, ya que ese sector corresponde a la última fase de relleno de la antigua bahía.

A fin de obtener edades radiocarbónicas para el cierre de este entrante, se realizaron una serie de sondeos subsuperficiales (mediante barrenos), en la espiga que se dirige desde Crucita hasta la desembocadura del río Portoviejo (ver Figura 5A), a fin de obtener muestras de moluscos para datar. Sin embargo, la cobertura eólica (dunas y mantos arenosos) dificulta el acceso a los depósitos marinos sepultados, que además se hallan profundos ya que el nivel de agua freática los suprayace impidiendo continuar la excavación. De esta manera, no se pudieron obtener aún muestras para datar las etapas de formación de esta espiga. Hasta el momento, solo se cuenta entonces con las edades mínimas relativas que proveen los vestigios cerámicos de aquellos grupos que ocuparon este espacio costero con posterioridad a su formación.

Es destacable mencionar que, en la espiga que se desarrolla sobre la costa al norte de Bahía de Caráquez y en aquellas presentes en la zona de Cojimíes, se intentó asimismo acceder —mediante barrenos— a depósitos marinos posteriores a la transgresión marina, sin resultados positivos. Podría ser que los mismos se encuentren a profundidades similares a los del nivel del mar actual. Eso es lo que ocurre en la localidad de Salango, donde un pozo efectuado por maquinarias profundizó hasta alcanzar depósitos de playa ubicados aproximadamente a la misma altura que los actuales, a unos 100 m de distancia de la costa. Los mismos se hallan sepultados por material arqueológico estratificado, que indicaría su pertenencia al Holoceno Medio. Dado que el nivel del mar habría sufrido un descenso importante desde el máximo transgresivo, tales depósitos deberían ubicarse muy por encima del nivel del mar actual. La altura en la que se encuentran hoy parece señalar que algunos sectores de la costa manabita han experimentado un hundimiento postransgresivo,

o bien que los cambios eustáticos del nivel del mar no fueron tan importantes en esta región en el Holoceno Medio, aspectos que continuarán siendo evaluados.

## Conclusiones

Resta trabajo por realizar; no obstante, este primer panorama muestra algunos contrastes en la evolución de las localidades inicialmente seleccionadas en la costa central de Manabí, que posee consecuencias tanto para el uso prehispánico de estos espacios, como para la preservación del registro arqueológico en cada uno de ellos.

La situación actual y tendencia futura en la localidad Liguiqui es de una persistente erosión, con pérdida de registro arqueológico operada tanto por la erosión costera, como por el impacto de las actividades antrópicas en la localidad (desmontes, obras de infraestructura). En la costa desarrollada entre Crucita y San Clemente, se registra un predominio de la acumulación desde hace milenios, que ha favorecido la preservación de los sitios de la parroquia de Charapotó. No obstante, se observan fenómenos erosivos en la actualidad, que afectan este litoral, posiblemente, a causa de cambios hidrológicos derivados del impacto de obras en el margen marítimo (murallones, espigones, puertos). A estos se suma el efecto del calentamiento global y el consecuente aumento paulatino del nivel del mar, que incrementa el poder erosivo de las olas afectando en particular costas bajas como es el caso. Por otro lado, el avance de las obras de expansión de las camaroneras está produciendo la destrucción de tolas y otros sitios arqueológicos en esta área.

En suma, los ambientes actuales están muy impactados por las actividades antrópicas, que han disparado procesos de degradación del paisaje que se suman a procesos naturales de diferente tendencia. Esto también significa que los procesos de erosión que hoy observamos están desproporcionados y no son buenos análogos, en muchas ocasiones, para comprender procesos actuantes durante el pasado. Resulta entonces imprescindible una visión dinámica de la faja costera, que evalúe adecuadamente el desarrollo de estos procesos en el tiempo y su señal actual. Esto debido a que suele pensarse a los paisajes sin posibilidades de cambios rápidos, cuando en realidad son ambientes que pueden transformarse y evolucionar en poco tiempo, sea por causas naturales o antrópicas y por diversos factores, como se ha reseñado. Es este enfoque el que brinda la mayor importancia a una aproximación geoarqueológica, que proporciona una mirada comparativa desde una perspectiva temporal amplia y multicausal.

Con estas investigaciones, se busca incrementar cualitativa y cuantitativamente el conocimiento regional sobre los grupos prehispánicos y sus formas de interacción con el dinámico ambiente costero manabita desde las primeras ocupaciones. En este sentido, también es interesante evaluar los contextos de formación de los yacimientos arqueológicos y sus modificaciones hasta el presente. Los resultados obtenidos serán sumamente relevantes para una discusión general en relación al uso de este espacio litoral, su atractivo en los diferentes sectores que involucra, así

como de los modos de explotación de recursos marinos en los cambiantes escenarios en que se desarrollaron las ocupaciones humanas.

Finalmente, otro aspecto relevante es la difusión de los resultados en distintos ámbitos y dirigida a públicos diversos (que trascienda el ámbito científico-académico), para lograr de esta manera una mejor inserción de la geoarqueología en la comunidad y otorgar mayor reconocimiento al patrimonio cultural y natural. Se hace también necesaria la formación de recursos humanos en esta área interdisciplinaria, así como la discusión de los resultados con colegas, en perspectivas pasada, presente y futura.

## Agradecimientos

A los organizadores del III Taller de Geoarqueología Latinoamericana (2015), Dra. María Fernanda Ugalde (PUCE) y Mág. Ángelo Constantine Castro (ESPOL, GEGAL), quienes hicieron posible este importante espacio de discusión y la presente publicación. Al SENESCYT-Programa Prometeo, por financiar la beca del primer autor para el desarrollo de las investigaciones en la costa manabita. Al personal de la Universidad Técnica de Manabí (Portoviejo), por todo el apoyo brindado, en especial a su Rector Ing. Vicente Véliz Briones y a Emilio Cedeño y Gissella Cedeño del Departamento de Relaciones Internacionales, Convenios y Becas. A los Dres. Kervin Chunga (ESPOL) y Maurizio Mulas (Prometeo, ESPOL), por su interés en estos estudios y la información proporcionada.

## Bibliografía

- Arteaga, K., Tutasi, P. y Jiménez, R. (2006). Climatic variability related to El Niño in Ecuador - a historical background. *Advances in Geosciences*, 6, 237-241.
- Bouchard, J. F. (2010). Japoto: sitio manteño residencial de la costa central de Manabí. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 39(3), 479-501.
- Bouchard, J. F., Fuentes F. y López, T. (2006). Aldeas y pueblos prehispánicos en la costa de Manabí: Chirije y Japoto. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 35(3), 243-256.
- Butzer, K. (1982). *Archaeology as Human Ecology. Method and Theory for a Contextual Approach*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Chunga, K. y Toulkeridis, T. (2014). First evidence of paleo-tsunami deposits of a mayor historic event in Ecuador. *Journal of Tsunami Society International*, 33(1), 55-69.
- Contreras López, M. (2013). Cronología de tsunamis en Ecuador desde 1586 a 2012. *Revista «La Técnica», Universidad Técnica de Manabí*, 11, 50-59.
- Dumont, J. F., Santana, E., Valdez, F., Tihay, J. P., Usselman, P., Iturralde D. y Navarette E. (2006). Contreras López, M. (2013). Cronología de tsunamis en Ecuador desde 1586 a 2012. *Revista «La Técnica», Universidad Técnica de Manabí*, 11, 50-59.
- Fan beheading and drainage diversion as evidence of a 3200-2800 BP earthquake event in the Esmeraldas-Tumaco seismic zone: A case study for the effects of great subduction earthquakes. *Geomorphology*, 74, 100-123.
- Fairbridge, R. W. (2009). Hypsithermal. En Gornitz, V. (Ed.), *Encyclopedia of Paleoclimatology and Ancient Environments* (451-452). Netherlands: Springer.
- Graber, Y. (2010). Entre mar y tierra: desarrollo dual de las poblaciones prehispánicas del Manabí meridional, Ecuador. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 39(3), 603-621.



- Haug, G. H., Hughen, K. A., Sigman, D. M., Peterson, L. C. y Röhl U. (2001). Southward Migration of the Intertropical Convergence Zone Through the Holocene. *Science*, 293, 1304-1308.
- Isaacson, J. S. (1994). Sedimentos volcánicos en contextos arqueológicos del occidente del Ecuador. En Zeidler, J. A. y Pearsall, D. M. (Eds.), *Arqueología Regional del norte de Manabí, Ecuador, Volumen 1. Medio Ambiente, Cronología Cultural y Subsistencia Prehistórica en el Valle del Río Jama*. (Memoirs in Latin American Archaeology). Pittsburgh: University of Pittsburgh.
- Mothes, P. A. (Ed.) (1998). *Actividad volcánica y pueblos precolombinos en el Ecuador*. Quito: Ediciones Abya-Yala.
- Mothes, P. A. y Hall, M. L. (1998). Quilotoa's 800 y BP ash: A valuable stratigraphic marker unit for the integration period. En Mothes, P. A. (Ed.), *Actividad volcánica y pueblos precolombinos en el Ecuador* (111-138). Quito: Abya-Yala.
- Mester, A. M. (1985). Un taller manteño de la concha madreperla del sitio Los Frailes, Manabí. *Miscelánea Antropológica Ecuatoriana*, 5, 101-111.
- Norton, P., Lunnis, R. y Nayling, N. (1983). Excavaciones en Salango, provincia de Manabí, Ecuador. *Miscelánea Antropológica Ecuatoriana*, 3(3), 9-72.
- Ortiz Aguilú J. J. (Ed.). (2012). *Informe de la Prospección y Reconocimiento Arqueológico de las Áreas de Liguíqui (Cantón Manta) y La Elvira (Cantón Portoviejo)*. (Informe Núm. CDC-INPC-R4-010-012). Portoviejo: Instituto Nacional de Patrimonio Cultural.
- Pedoja, K., Dumont, J. F. y Ortlieb, L. (2009). Levantamiento cuaternario costero del Arco de Talara (Ecuador y norte del Perú): cuantificaciones con las secuencias de terrazas marinas. *Geología y geofísica marina y terrestre del Ecuador, IRD-INOCAR, PSE001*, 107-129.
- Sánchez, A. e Iturralde, B. (2014). Piedra, tierra y agua: el paisaje habitado de la cuenca del río Portoviejo durante el periodo de Integración. En *Estudios m Contreras López, M. (2013). Cronología de tsunamis en Ecuador desde 1586 a 2012. Revista «La Técnica», Universidad Técnica de Manabí, 11, 50-59.*
- Santana, E., Dumont, J. F. y King, A. (2001). Los efectos del fenómeno El Niño en la ocurrencia de una alta tasa de erosión costera en el sector de Punta Gorda, Esmeraldas. *Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR*, 11(1), 1-8.
- Santana, E., Dumont, J. F., Valdez, F., Pazmiño, N., Tihay, J. P., Usselmann, P. y López, E. (2005-2006). Método morfo-estructural para la identificación de paleoeventos tecto-sísmicos: aplicación a la zona costera de San Lorenzo, norte de Ecuador. *Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR*, 13(1), 227-241.
- Tihay, J. P., y Usselmann, P. (1995). Medio ambiente y ocupación humana en el litoral Pacífico Colombiano-ecuatoriano. En J.F.B y Guinea, J. M. (Eds.), *Cultura y Medio Ambiente en el Área Andina Septentrional* (377-399). Quito: Ediciones Abya-Yala.
- Tutivén Ubilla, I. (1998). Variaciones morfológicas y batimétricas de la línea de costa en el estuario del río Chone, producidas por los eventos ENSO. *Bulletin de l'Institut Français d'Etudes Andines*, 27(3), 557-563.
- Usselmann, P. (2006). Dinámica geomorfológica y medio ambiente en los sitios arqueológicos Chirije y San Jacinto/Japoto (costa del Manabí central, Ecuador). *Bulletin de l'Institut Français d'Etudes Andines*, 35(3), 257-264.
- Usselmann, P. (2010). Geodinámica y ocupación humana del litoral pacífico en el sur de Colombia y en el Ecuador desde el Holoceno (últimos 10.000 años). *Bulletin de l'Institut Français d'Etudes Andines*, 39(3), 589-602.
- Vallejo Vargas, S. X. (2011). *Distribución de las cenizas volcánicas holocénicas tardías en la costa del Ecuador*. (Tesis Inédita de Ingeniería en Geología). Escuela Politécnica Nacional, Quito.
- Winkell, A. y Zebrowski, CL. (1997). *Los paisajes naturales del Ecuador*. Quito: Instituto Geográfico Militar.
- Zeidler, J. A., y Pearsall, D. M. (Eds.) (1994). *Arqueología Regional del norte de Manabí, Ecuador, Volumen 1. Medio Ambiente, Cronología Cultural y Subsistencia Prehistórica en el Valle del Río Jama*. (Memoirs in Latin American Archaeology). Pittsburgh: University of Pittsburgh.

# Sobre las nieblas de los volcanes Chimborazo y Sangay: Asentamientos humanos milenarios y paleoambiente

---

*Alden Yépez Noboa* \*  
*Elmo León Canales* \*\*

## **Un país cubierto de ceniza y cascajo**

En agosto de 1773, Diguja —el presidente de Quito— envió al Rey de España una relación sobre la erupción del volcán Tungurahua, a la que acompañaba un plano descriptivo de la región perjudicada. Su leyenda es: «Demarcación del Pays que ha cubierto de ceniza y cascajo la erupción del Bolcán Tunguragua». Los fenómenos volcánicos no solamente son catastróficos, con el transcurso del tiempo, las cenizas y otros elementos enriquecen los suelos y los hacen más aptos para la agricultura, por lo que muchos asentamientos humanos se encuentran en las cercanías de los volcanes, como se demuestra con los yacimientos arqueológicos en el valle del río Upano, al este del volcán Sangay.

Al decir de Theodor Wolf (1892), los volcanes del Ecuador son: «El terror de los indios, la admiración de los conquistadores, el estudio de los naturalistas y la plaga de los habitantes de sus alrededores». Ecuador es un país donde la historia ha yuxtapuesto a las sociedades humanas con la actividad volcánica. Esta relación milenaria se ha dado y se da aún desde rangos míticos, en la que se interpreta a los volcanes como entidades supernaturales, hasta rasgos factuales que descifran los dramáticos efectos de los eventos piroclásticos para las sociedades. Algunos grupos humanos han sabido adaptarse y han logrado mitigar sus efectos. Las técnicas arqueológicas de investigación y su metodología permiten documentar las reacciones humanas frente a los fenómenos volcánicos, desde una perspectiva cronológica y estratégica frente a estos eventos naturales.

En las altas estribaciones, se ha descubierto una cantidad significativa de fortalezas de montañas, denominadas pucarás, emplazadas estratégicamente con propósito de defensa, por medio del control de caminos de acceso y dominación sobre las poblaciones conquistadas. En algunos casos, en las cercanías de los pucarás, se encuentran vestigios de construcciones que podrían ser arqueológicamente llamados «Santuarios de Altura». Tales serían los casos de restos de edificaciones antiguas en los flancos sur y occidentales del volcán Chimborazo.

---

\* Pontificia Universidad Católica del Ecuador. AMYEPEZ@campus.puce.edu.ec

\*\* Pontificia Universidad Católica del Perú. leon.elmo@gmail.com

Este trabajo tiene como objetivo presentar una breve aproximación precisamente de esta relación, entre seres humanos y vulcanología en el pasado, debido a la relevancia que puede investir este binomio. Exploramos a esta relación con base en dos ejemplos de nuestras propias investigaciones: el volcán Sangay y el Chimborazo, sin duda alguna, dos montañas clave del arco volcánico ecuatoriano, que han jugado un rol trascendental en la historia de las civilizaciones que vivieron en sus entornos. Esta investigación considera la importancia del cambio climático en el pasado y su impacto en los grupos humanos que se abordarán. Es, además, necesariamente preliminar, hasta que no se desarrollen proyectos multidisciplinarios a larga escala que integren a los cambios medioambientales de manera holística en la arqueología ecuatoriana.

## El volcán Chimborazo

El Chimborazo —o cerro nevado de Chimbo— es la cumbre más alta del mundo, si la medimos desde la punta (6384,4 km) hasta el centro de la Tierra (IRD, 2016; Figura 1). De acuerdo con su historia geológica, el Chimborazo es un complejo volcánico cuádruple, que consta del Chimborazo I (1 800 000 años), el Chimborazo II, con las fases A (100 000-30 000 años AP) y B (28 000-22 000 años AP) y, finalmente, el Chimborazo III (18 000-10 000 años AP) (Pichler y Kilian, 1989: 29-31). Recientemente, se han detectado actividades explosivas del volcán, que ocurrieron durante el Holoceno, e incluso se conoce ahora que el volcán presentó actividad unas pocas centurias antes de la llegada de los españoles (Barba *et al.*, 2008). Consecuentemente, el volcán Chimborazo puede ser considerado «potencialmente activo» (<http://www.igepn.edu.ec/chimborazo>). De hecho, en sus faldas occidentales aún existen fuentes termales, por ejemplo, las que se encuentran entre Guaranda y Ambato, a un costado de la vía a Flores, conocidas localmente como *Cunucyacu*. De las aguas calientes de estos baños, parecen haberse beneficiado las culturas prehispánicas que tuvieron asentamientos arquitectónicos en sus cercanías. En efecto, se ha reportado que junto a las aguas termales *Cunucyacu*, ricas en minerales y del tipo cloruradas-cálcicas, con una temperatura estable de 45 °C, existe una piedra (huaca) ritual (Idrovo, 1994, lámina 52c). Esta observación no cobraría sentido histórico si en sus inmediaciones no existiese el sitio arqueológico *Cunucyacu*, con una estructura de tipo *kancha* y muros con hornacinas trapezoidales, típicamente incas (Idrovo, 1994: 191-193).

La presencia cultural —sobre todo inca— en volcanes es un fenómeno recurrente a lo largo de los Andes, dentro de lo que se conoce parcialmente como Santuarios de Altura (Scanu, 1986). Tal parece haber sido el caso también en el sector opuesto a *Cunucyacu*; es decir, en el flanco este y sur-oeste del Chimborazo, en donde se ha documentado yacimientos en cotas de 3600 m. s. n. m. (Schávelzon, 1981), hasta aquellas que superan los 4600 m. s. n. m. (Yépez, 2012, 2014). Estos probablemente pertenecen a la misma adscripción, algunos de los



Figura 1. Volcán Chimborazo, flanco este (cortesía y ©Jorge Anhalzer).

cuales han sido ya previamente reportados en mayor y menor extensión para otras montañas de los Andes Centrales y Sureños (Gentile, 1996; Scanu, 1986). No obstante, poco se conoce de la cronología radiométrica de estos yacimientos y menos aún del medioambiente donde se desarrollaron prácticas como las de la conocida *capacocha*. La primera es necesaria en torno a la confirmación de la adscripción cronológica de este tipo de asentamientos, mientras que la segunda es requerida para explorar el medioambiente en que se desarrollaron dichas actividades. ¿Hubo frío exacerbado o clima temperado en aquel tiempo? ¿Hubo sequía o importantes precipitaciones? Preguntas difíciles de responder con base en la poca resolución de los *proxies* que disponemos, empero que trataremos de sintetizarlos en este ensayo. Desde el punto de vista cronológico, este trabajo trata los cambios paleoclimáticos sucedidos durante los 1000 años pasados, pues se enmarcan dentro del lapso de tiempo pre-inca, inca y (eventualmente) inicio de la Colonia.

### **Paleoclima en Ecuador del último milenio**

Ahora bien, ¿qué compete al tiempo del último milenio, tanto en el contexto ecuatoriano como global?: dos períodos fundamentales. El primero es el MCA (*Medieval Climate Anomaly*), bien documentado en el hemisferio Norte, aunque menos en el Sur. Se trata de un lapso que duró (con variaciones) entre 900 y 1300/1400 AD (Mann *et al.*, 2009), lo cual, al parecer, también rige para Ecuador en términos muy generales. El segundo es el conocido LIA (*Little Ice Age*), carac-

terizado por un avance glacial global, que en Ecuador ocurrió aproximadamente entre los años 1600 y 1850 AD, con un máximo gélido hacia el 1730 AD (Jomelli *et al.*, 2009).

Hay que añadir que el carácter de ambos eventos en Ecuador, a pesar de su importancia, recién viene siendo sujeto de investigación. A este proceso de cambio climático que debió haber experimentado el Chimborazo, es necesario agregar algunos matices, como por ejemplo, los potenciales efectos sobre la zona del fenómeno climático de más corta duración global, como son los eventos ENSO, que no es más que el conocido fenómeno de El Niño, con sus repercusiones globales (Gagan 2009: 721). Este no solo parece regular la actividad glaciaria del volcán Antisana (Francou, Vuille, Favier y Cáceres, 2004, ver más adelante), sino además la del Chimborazo, que también fue lo suficientemente sensible para recibir dichos efectos (Kozhikkodan *et al.*, 2014). Al respecto, por ejemplo, en registros actuales, se conoce que el Chimborazo elevó su temperatura promedio entre 1962 y 1997, precisamente, en el lapso de tiempo cuando se ha detectado una anomalía de elevación climática en el Pacífico ecuatorial —en parte, consecuencia de los ENSO—. Y es que, de hecho, la actividad climática del volcán Chimborazo está fuertemente marcada por la temperatura de la superficie (SST) del océano Pacífico. De esto se desprende el potencial efecto dramático en poblaciones de las inmediaciones del Chimborazo, pues al elevarse la temperatura, los casquetes se derriten y hay menos disponibilidad de agua en el futuro. Un dato importante a consignar en este contexto es que —durante el período aludido (solo 25 años)— el glacial de este volcán perdió 57% de su masa glacial (Cáceres, 2010).

Vale la pena preguntarse, entonces, ¿cuánto perdió el glacial desde hace un milenio? ¿Qué efectos tuvo esta pérdida hídrica para la población en la zona en un medio de cambio climático? Se sabe que hay una relación proporcional entre La Niña y El Niño respectivamente, con períodos fríos/cálidos en la Cordillera Real, de allí la importancia de la historia reciente de ENSO para la reconstrucción medioambiental de los glaciares volcánicos.

Otro factor importante que debe ser tomado en consideración es la actividad volcánica de áreas aledañas al Chimborazo. ¿Qué influencia ejerció la actividad tefra del Quilotoa y el Tungurahua en la historia climática del Chimborazo? Bien conocido es el importante impacto del evento piroclástico del Quilotoa hacia el 1240 AD, que arrojó una columna pliniana que seguramente en el Chimborazo. Adicionalmente, hoy sabemos la intensa actividad volcánica del Tungurahua, sobre todo concentrada en el siglo XIV y parte del XV, precisamente en un contexto de desarrollo cultural inca. La actividad de ambos volcanes, que ha inyectado sulfuro en la atmósfera en las inmediaciones del Chimborazo, pudo haber también afectado su historia climática. Parte de esta evidencia fue documentada en 1999, con la reducción del albedo de los glaciares del Chimborazo, a consecuencia de la cobertura de la ceniza producida en Tungurahua (Schotterer *et al.*, 2003).

## Proxises

Son tres las fuentes de información multi-aproximal de las que disponemos para intentar una reconstrucción paleoambiental del Ecuador prehispánico:

- 1.- actividad volcánica; 2.- actividad paleolimnológica; 3.- eventos ENSO.

### *Actividad volcánica pasada*

Es reconocido que un factor causante de episodios de enfriamiento son las erupciones volcánicas (junto con la actividad de irradiación solar). La inyección de aerosol de sulfuros en la atmósfera puede haber ocasionado bajas de temperaturas (Crowley, 2000; Fairbridge & Gornitz, 2009) y su impacto puede tener distintas escalas, dependiendo de la cantidad de aerosoles emitida (Economist, 2015). Una consecuencia adicional es que el incremento de la capa de hielo puede, eventualmente, activar movimiento hídrico freático.

### El volcán Quilotoa

Se trata del volcán occidental ecuatoriano más activo. Hall y Mothes (1999; 2008a) han hecho un recuento de al menos ocho eventos eruptivos desde hace 200 ka. Su más reciente erupción ocurrió entre de  $780 \pm 40$  años AP y  $770 \pm 40$  años AP (i.e. ca. 1280 cal AD- 1241-1246 cal AC, 68,9% probabilidad). La extensión de esta devastación fue total en un radio de 7 a 13 km, por la ceniza que cubrió un área de aproximadamente  $40\,000\text{ km}^2$ . Más recientemente se ha propuesto que la erupción del Quilotoa ha originado la activación de LIA (Miller *et al.*, 2012), lo cual habla de la importancia global de esta erupción volcánica.

### El volcán Tungurahua

Se trata de un volcán extremadamente importante para la historia climática del Chimborazo, pues a pesar de que se encuentra sobre el otro flanco este de la cordillera ecuatoriana, presiones de convección han hecho que su actividad esté presente en la parte occidental (Ginot *et al.*, 2010). El volcán Tungurahua se encuentra localizado muy cerca de Riobamba y Ambato, y se considera uno de los más activos del medio ecuatoriano. Su último evento eruptivo de gran magnitud sucedió hacia el  $2955 \pm 90$  años AP (1174 cal a. C.). En este caso, se trató de grandes avalanchas que terminaron edificando un extenso anfiteatro y produciendo  $8\text{ km}^3$  de depósito de escombros (Hall & Mothes, 1999). Efectos colaterales de esta erupción se percibieron, por ejemplo, en el colapso del edificio volcánico sobre los valles de Chambo y parte del Pastaza, lo que dejó sin comunicación fluvial a las poblaciones que están en el valle bajo de esta región (Hall & Mothes, 2008b: 352). Se sabe, además, que su actividad volcánica es intensa desde hace aproximadamente 1300 años. Hay informaciones históricas que dan fe de ello en años como 1773, 1886 y 1916-1918 AD. Recientemente, Le Pennec (*et al.*, 2008) presentó una secuencia al detalle de las últimas erupciones de este volcán, que incluyen

mediciones de radiocarbono. Al parecer, hubo un incremento de estas erupciones desde hace 700 años, más aún durante el lapso comprendido entre 1300 y 1400 AD.

### ***Actividad paleolimnológica***

Si bien hay aún muy pocos estudios de los sedimentos de los lagos ecuatorianos —en función de saber sobre sus actividades durante el Holoceno—, es posible tomar como referencia algunos, aunque informen sobre dinámica paleolimnológica no propia del área, a pesar de que los lagos y las lagunas tengan orígenes diversos y una geodinámica específica. Por otro lado, los sedimentos de lagos parecen indicar una relación proporcional entre La Niña y El Niño y los períodos fríos/cálidos en los Andes del este ecuatoriano, lo que es importante considerar cuando se pretende reconstruir el paleoclima de esta zona.

### **El lago Ayauch**

El lago Ayauch se localiza a 2°5'S, 78°1'W, en la zona de la floresta amazónica baja del Ecuador, al sur del país, no lejos de la frontera con Perú y a unos 180 km al sur-este del volcán Chimborazo. En dicho lago, se ha hecho uno de los más extensos estudios palinológicos de Sudamérica (Bush & Colinvaux, 1988).

Se trata de un lago «cerrado», del cual se ha obtenido dos muestras para análisis. Las mediciones radiométricas han mostrado que el efecto *hard water* (relación C12-C13) es mínimo, de modo que se puede confiar relativamente bien en la cronología absoluta (Bush & Colinvaux, 1988: 146). De toda la secuencia que se inicia en el Holoceno Medio es interesante la última fase, donde se ha evidenciado que el nivel del lago se ha incrementado entre el 1500 a. C. y la época actual, lo que es un indicador del aumento de humedad durante este tiempo.

### **La laguna Kumpak**

La laguna Kumpak —originada por una explosión de cráter— se localiza en la zona amazónica oeste ecuatoriana (3°02'S, 77°49'W), a unos 700 m. s. n. m. De este lago se han obtenido dos bloques de muestreos para análisis de sedimentos (Liu & Colinvaux, 1988).

Se identificaron tres estratos de polen, fechados entre 3300 a 900 años AP. Los *taxa* indicaron que pudo haber habido una sequía hacia el 1100 AD, probablemente, originada por un efecto contrario a un ENSO o por actividad antropogénica. Hay que indicar que esta sequía se dio en un ambiente previo de humedad, con severas precipitaciones.

### ***Eventos ENSO***

La posición del volcán Chimborazo, sobre el flanco occidental andino, no solo lo expone parcialmente a la convección amazónica, sino también a eventos del océano Pacífico ecuatorial, tal como se ha demostrado claramente con el volcán

Antisana (ver arriba). De este modo, un ENSO de considerable importancia pudo haber generado evapotranspiración y, por circulación de masas de aire, pudo también haber matizado el clima en las inmediaciones del volcán Chimborazo.

## **El paleoambiente del volcán Chimborazo en relación a sus ocupaciones**

En principio, el sistema climatológico de los Andes ecuatoriales es afectado cuasi permanentemente por las masas de aire húmedo desplazadas desde la Amazonía, por vientos hacia el oeste. Este fenómeno se traduce en precipitaciones en la zona de la Cordillera Real y, con menos intensidad, en la Cordillera Occidental y el Callejón Interandino. Esta «cuota» de humedad-precipitación, desde el punto de vista paleoclimatológico, debe datar desde la instalación de la convección amazónica hace milenios. De modo tal que se puede presumir su presencia en el Chimborazo parcialmente, aunque a intervalos aún desconocidos. En este sentido, es posible plantear la hipótesis de que la ocupación inca pudo haber encontrado un medio frío, aunque con activación húmeda, debido a la extensión de glaciares que generaban napas freáticas, a su vez, el recurso hídrico y, eventualmente, las migraciones convectivas episódicas.

El medio frío de los siglos XIV-XV, en realidad, se halla dentro de una etapa de cambio medioambiental, pues se encuentra en plena transición del MCA y LIA. La estabilidad de tales cambios en el Chimborazo depende de información de alta resolución, hasta el momento no disponible. En medio de esta ausencia de información de paleoclima, a base de muestras obtenidas del Chimborazo, es válido sugerir una gruesa división del final del MCA y el inicio del LIA, hacia 1400 AD. Esto implicaría la hipótesis sobre una mayor precipitación causada por la migración de la ITCZ (Zona de Convergencia Intertropical), entre el 950 y 1400 AD, causada por su derivación norte y, progresivamente, una menor precipitación desde el 1400 AD durante el LIA. Sin embargo, es necesario puntualizar que fenómenos locales —como la extensión del glacial, las erupciones volcánicas y las precipitaciones causadas por migraciones convectivas— pueden haber jugado un rol de variabilidad climática desde el siglo XV.

Es importante considerar que —dentro del marco de tiempo que nos interesa— algunas morrenas del Chimborazo indican la presencia de un avance neoglacial dentro del primer milenio a. C. Se conoce, además, que ha habido otra glaciación durante los últimos 500 años, lo que permite suponer que hubo un clima más frío al final de la época Formativa y aproximadamente durante fines del Imperio Inca, o probablemente antes. Estas apreciaciones tienen sentido cuando se enmarcan dentro del LIA.

Por consiguiente, es posible especular —por medio de los tres proxies: volcánológico, ENSO y limnológico— que hubo recurso hídrico en las inmediaciones del Chimborazo durante los siglos XV-XVI; no obstante, es necesario encontrar



vinculación entre los efectos de una erupción, como por ejemplo, la del Quilotoa o del mismo Tungurahua, en el desencadenamiento de dicho efecto. Es en este contexto paleoambiental en el que podemos adscribir las ocupaciones prehispánicas de altura en el Chimborazo.

### **Ocupaciones prehispánicas de altura en el volcán Chimborazo**

En 1582, el fray de San Andrés de Xunxi, Juan Paz de Maldonado, describe al volcán Chimborazo como una divinidad con caracteres opuestos. Por un lado, es dador de agua que fertiliza los campos y trae buenas cosechas y, por otro lado, genera temor en quienes no han cumplido sus órdenes. Resulta este una suerte de juez castigador respetado y temido, porque envía granizadas, heladas y arrebató el ganado:

(...) está al pie del volcán llamado Chimborazo, que quiere decir en su lengua del Inga «cerro nevado de Chimbo», el cual tiene en gran veneración y lo adoraban y adoraban, aunque no a lo descubierto, porque dicen nacieron de él. Sacrificaban en este cerro muchas doncellas vírgenes, hijas de Señores, y ovejas de la tierra, y otras echaban vivas; y hoy día hay muchas al pie de la nieve, a las cuales no matan los indios ni llegan a ellas para hacerles mal, por decir que el dicho volcán les echará heladas en sus sementeras y granizos, y lo tienen por abución (Paz Maldonado [1582], 1992: 320)

A las faldas de este volcán, entre las cotas de altura que van de los 3600 m. s. n. m. y en las inmediaciones al filo de la actual línea de glaciares, entre 4700 hasta casi 5000 m. s. n. m., recientemente se detectaron una serie de sitios arqueológicos interconectados. Por las características arquitectónicas y los materiales culturales asociados, concluimos que la cultura Inca ocupó el volcán Chimborazo. No obstante, al decir de la cronología, posiblemente existieron asentamientos preincaicos en las cotas de altura mencionadas.

### **Un sitio con tres nombres y una sola función: «Cuarteles del Inca»; «Un sitio habitacional prehispánico en el Chimborazo»; «Tambo Chimborazo»**

En el valle de Cachiyaqu al sureste del Chimborazo, a 3860 m. s. n. m., se encuentra el sitio arqueológico denominado localmente como «Cuartel del Inca». En 1976, la Dirección de Historia y Geografía del Ejército organizó una visita al Chimborazo y tuvo como participantes al teniente coronel Ángel Bedoya, al Obispo de Ibarra, Monseñor Silvio Haro Alvear, y al arquitecto Daniel Schávelzon. El ascenso al sitio se hace por la ruta que da más adelante con los monumentos Bolívar y Whympet, ubicados ambos en el Chimborazo. El sitio arqueológico se encuentra a 20 minutos a pie, en dirección norte de lo que fue la hacienda Santa Catalina y siguiendo los flancos de una quebrada honda (Schávelzon, 1976). En el informe de Schávelzon, ratificado en una publicación posterior (1981), sin embargo, especifica que se pudo tratar de un sitio habitacional y que tras su

abandono pudo adquirir características religiosas, mas no se trata de un cuartel inca para usos militares. La estructura principal que presenta en el mapa que acompaña a su reporte (Schávelzon, 1976: Figura 1) adolece, a nuestro juicio, de algunas imprecisiones que posiblemente no le permitieron en su momento interpretar correctamente la función del sitio.

En efecto, un levantamiento topográfico de alta precisión (Yépez, 2012) y una rectificación en campo del mismo, así como en laboratorio —con ayuda de ortofoto, 1:5000— (Yépez, 2014), revelan que dos de las estructuras dispuestas al costado este de una plaza central aparecen en el mapa de Schávelzon (1976) como integradas en ella. Nuestra documentación revela que, por el contrario, estas estructuras están fuera de la plaza central cuadrangular, componiendo un patrón uniforme de cuartos rectangulares pequeños, dispuestos en la periferia de ella. La estructura arquitectónica básica de este complejo es la de una *kancha* típicamente incaica. Dadas sus conexiones espaciales, por medio de caminos antiguos con ruinas arqueológicas emplazadas en las alturas (ver acápite siguiente), interpretamos a este sitio como una especie de *tambo* prehispánico o lugar de abastecimiento y descanso.

### **Ruinas prehispánicas al pie del glaciar Thielmann**

El Chimborazo guarda en su paisaje las huellas de varios caminos trazados por los excursionistas. El andinista ecuatoriano Marco Cruz (Cruz, 2011) presenta la cronología de las visitas documentadas en el Chimborazo, junto con la posibilidad de haber encontrado él unas «ruinas precolombinas que necesitan de un estudio para determinar su función y filiación cultural» (Cruz, 2011). Cruz pensó inicialmente que los miembros de una misión de andinistas extranjeros, la misión japonesa *Waseda*, pudo construir los muros para proteger sus carpas de las corrientes de viento que soplan en el Chimborazo (Cruz, 2011: 22); pero, descartando esta hipótesis, sugiere más adelante una filiación temporal más temprana de los muros (Cruz, 2011), la que más tarde fue adscrita originalmente a la época prehispánica tardía (Yépez, 2012; Yépez, 2013).

Sobre una planicie menor libre de rocas, orientada de noreste a suroeste y con un ligero descenso al costado suroeste, hemos detectado en el sector noreste de la planicie la presencia de un sitio arqueológico, compuesto por una decena de recintos antiguos y de algunos túmulos artificiales de rocas.

Alrededor de una plaza central rectangular, de 13,5 x 10 m de extensión, se ubican en los lados este, sur y oeste de la plaza tres recintos cuadrangulares, respectivamente; en tanto que al costado norte de la plaza se presenta un recinto ovalado junto con uno de tipo trapezoidal. En la mitad sur del costado oeste de la plaza, además de un recinto rectangular, se distingue también uno circular y fuera de este, al extremo norte del mismo, se aprecia lo que parece ser la esquina de un antiguo cuarto cuadrangular, posiblemente conectado arquitectónicamente con el recinto documentado en la mitad sur de este sector de la plaza. De la misma manera, en el

costado este de la plaza, se aprecia las bases de lo que parece haber sido la esquina de un recinto rectangular, probablemente más antiguo que los muros que corren hacia el sur.

En el sector sureste de la planicie y separado de la plaza central y los recintos, por un corredor libre de aproximadamente 3-5 m, se distingue un área de dos túmulos artificiales de rocas naturales acomodadas y otra de rocas emplazadas a manera de círculo. Al extremo sur del área, se ubica un túmulo de 10 x 6 m de largo, definido por rocas amontonadas, pero sin una sobreposición ordenada de las rocas a la manera de muros. Al interior del túmulo, se distinguen tres espacios pequeños libres de rocas (2,2 m espacio mayor y 1,6 m espacio menor) y, de esta manera, se define lo que podría describirse como tres subtúmulos menores. Por el contrario, en el extremo norte del área, existe un solo túmulo grande de rocas con un diámetro de 7,2 m y un espacio central libre de 2,3 m de diámetro. Entre ambos túmulos, existe un ordenamiento artificial circular de rocas medianas y grandes, en cuyo centro se observa una roca grande (1,6 x 0,91 m). El diámetro del círculo formado por estas rocas es de 8 a 8,86 m.

## **Paleoclima y desarrollo cultural Inca en torno al volcán Chimborazo**

Las estructuras incas detectadas y estudiadas en el Chimborazo dan fe de ocupaciones humanas en una zona extremadamente alta sobre el nivel del mar (4700-5000 m. s. n. m.), pero además generan una serie de interrogantes en torno al medioambiente de la zona en cuestión, debido a que las condiciones ambientales permitieron a estos grupos una ocupación, al parecer de poco tiempo, necesariamente dependiente del recurso hídrico, sin el cual es imposible la vida. Es muy probable que el marco internacional del período de ocupación correspondiente al LIA a su vez haya estado matizado por actividad hídrica en la zona, ya sea mediante afloramientos focalizados, masas de aire húmedo, precipitaciones ocasionales provocadas por el fenómeno de convección desde el oriente o cordillera real o, eventualmente, por la ocurrencia esporádica de El Niño. Solo los resultados del estudio de paleosuelos y sedimentos podrán dar algunas luces sobre la viabilidad de ocupaciones incas en zonas de altura —como la del Chimborazo— y responderán a la pregunta respecto del recurso agua, no solo para la vida, sino para su potencial uso en rituales de altura, tan conocidos por esta cultura.

Vamos ahora a exhibir un segundo caso en torno al impacto de la actividad volcánica, esta vez del volcán Sangay y de la historia humana que se desarrolló en sus inmediaciones.

## **El volcán Sangay**

El volcán Sangay tiene una altura de 5230 m. s. n. m. y es considerado como uno de los más activos del mundo (Monzier *et al.*, 1999). Investigaciones históricas



Figura 2. Volcán Sangay, flanco este (Cortesía y © Jorge Anhalzer).

y geológicas muestran que se ha mantenido con erupciones continuas desde, al menos, 1628 de nuestra era (Hall, 1977) hasta el presente. Este volcán (ver Figura 2) se erigió en los últimos 500 000 años antes del presente (500 ka años AP) y se compone de tres edificios volcánicos: Sangay I, Sangay II y Sangay III, de los cuales este último, luego de su formación, se ha mantenido activo desde hace 14 ka AP (Monzier *et al.*, 1999). Los mayores peligros para los habitantes de las inmediacio-

nes y los alrededores de este volcán representan las columnas de erupciones volcánicas plinianas, en áreas localizadas de 30 a 100 km al oeste del volcán (Monzier *et al.*, 1999), en tanto que al este del volcán se podría considerar como peligroso un futuro colapso del mismo, dado que podrían generarse avalanchas de escombros con lahares y *hummocks*<sup>1</sup> hasta aproximadamente 30 km al este.

En efecto, el relieve del terreno al este del Sangay se ha visto afectado por dos colapsos muy antiguos del volcán, el primero data de entre 380 y 310 ka AP y el segundo de casi 100 ka AP, ambos con depósitos distales que incluso habrían alcanzado las tierras bajas amazónicas (Monzier *et al.*, 1999). Estos eventos dieron origen a las actuales geformas de los valles fluviales, de los ríos Upano, Palora y Tuna.

Existen ejemplos arqueológicos de que eventos catastróficos de los volcanes para las cuencas andinas no significaron tal para las poblaciones emplazadas al este de los Andes. Tal es el caso de los sitios arqueológicos monumentales ubicados al oriente del volcán Sangay, en la cuenca superior y media del río Upano, así como de las ocupaciones humanas prehispánicas en las cuencas de los ríos Palora y Tuna. La caída leve de ceniza volcánica en las regiones investigadas permite aseverar un enriquecimiento continuo de los suelos, lo que ha sido muy favorable para las prácticas agrícolas intensivas, como sugieren las gruesas capas de «suelos negros» encontradas por los arqueólogos en investigaciones recientes. Con base en nuestros hallazgos arqueológicos, postulamos un desarrollo cultural continuo desde la época del Formativo, que no se vio interrumpido por ningún evento volcánico catastrófico del Sangay, como postulan otros autores (e.g. Rostain & Saulieu, 2013), durante la época del florecimiento de las culturas arqueológicas —evidenciado por el embellecimiento de la cerámica y la construcción de plataformas monumentales de suelo en la cuenca del río Upano—.

## Ocupaciones milenarias y registro arqueológico continuo

### *El sitio Jurumbaino*

El sitio arqueológico Jurumbaino fue detectado por vez primera en la jurisdicción de la parroquia General Proaño (cantón Morona), mediante la búsqueda sistemática de yacimientos arqueológicos, a partir de la identificación en el subsuelo de tradiciones cerámicas anteriores a la época de la construcción de plataformas monumentales. Esta tarea no fue fácil, dado que el área de influencia de las plataformas monumentales es muy grande y exigía encontrar áreas sin perturbación antrópica (Figura 3, esquina izquierda).

El sitio Jurumbaino se encuentra ubicado en una pequeña área en el margen derecho de los nacientes del río Epónimo, en un tramo formado por los afluentes río Titilamo (norte) y río Lupique (sur), al pie de una colina (1322-1122), en el costado este (Figura 3, cuadrante sur-oeste).

1 *Hummock* es un término que conceptualiza una avalancha de escombros volcánicos, depositado de manera casi siempre circular.

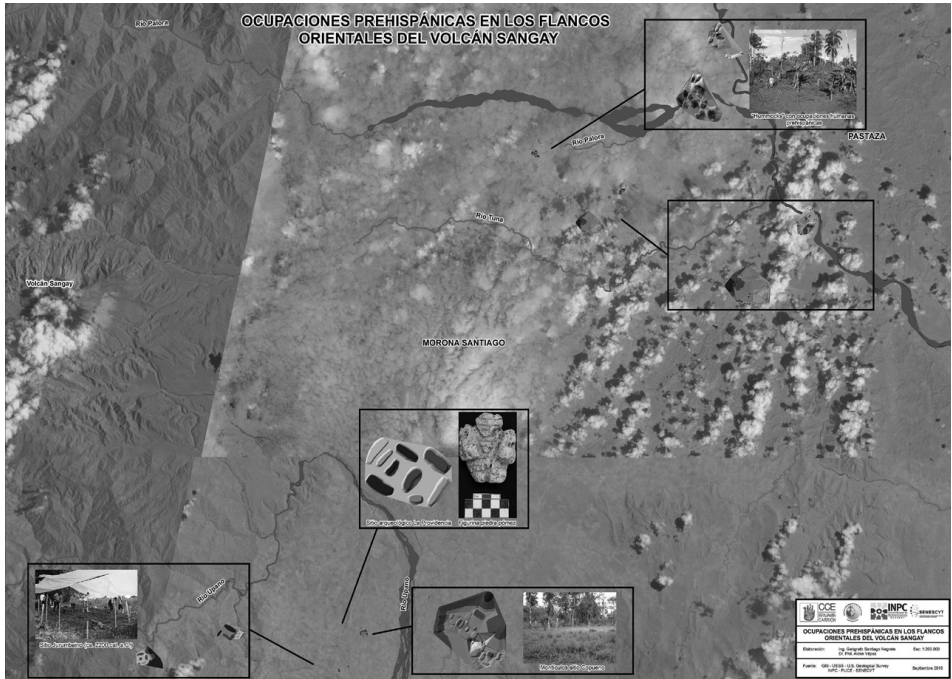


Figura 3. Sitio Jurumbaino y montículos artificiales en el Alto Upano.

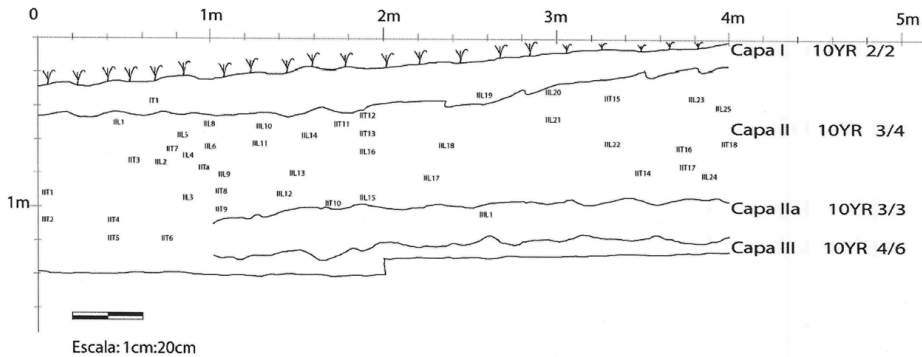


Figura 4. Jurumbaino: perfil estratigráfico norte.

Aquí se abrió una unidad de 7 x 7 m y se profundizó a casi 1,30 m, como se aprecia en el perfil descubierto (Figura 4).

La disposición de las capas estratigráficas es muy regular. Los perfiles de las paredes de la excavación no muestran mayor alteración en la estructura, el color ni la prolongación de las capas. Esta misma impresión se evidenció durante el proceso de excavación. La regularidad de las capas no implica ausencia de bioturbación. Por el contrario, raíces, huecos de roedores o insectos (e.g. hormigas) seguramente afectaron de manera severa la deposición original de los eco-artefactos en el área excavada. Este fenómeno es parte de la formación de suelos en la Amazonía y en

nuestra excavación, en particular, no pudo ser controlado, puesto que los rasgos de bioturbación no dejan huellas claras en el registro arqueológico. Los rasgos de los contextos arqueológicos sí pudieron ser documentados y contextualizados.

Cuatro fueron las capas estratigráficas encontradas en la excavación del sitio Jurumbaino. Desde arriba hasta la base de la excavación, estas capas son: Capa I, Capa II, Capa IIa y Capa III. La Capa I es producto de la acumulación de humus y raíces vegetales descompuestas. Esta fue retirada sin ser tamizada. El grosor promedio de esta capa es de 15 cm (Figura 4). Su color es un negro muy oscuro, en tanto que su textura es granular-arcillosa.

La Capa II guarda la mayor concentración de cerámica de todo el registro de suelo tamizado. El grosor de esta sección varía de 60 a 70 cm y su color adquiere un tono café amarillento. Su textura es menos granular y más arcillosa respecto de la Capa I. La expansión de esta capa se muestra bastante regular en el perfil norte de la excavación (Figura 4).

La Capa IIa muestra un tono café, pero más oscuro que la capa anterior. Es llamativo la poca cantidad de material cultural adherida a las paredes de esta sección (Figura 4). No obstante, la presencia de briznas de carbón y de cultura material recuperada de la excavación determina que el color de esta capa es de origen antrópico. El grosor promedio de este estrato es de 20 cm y se extiende de manera regular en los perfiles de la excavación (Figura 4). La Capa III fue identificada como estéril por la ausencia de material cultural (lítica, cerámica o carbón). Su color es amarillo claro y su textura es netamente arcillosa. Localmente, esta

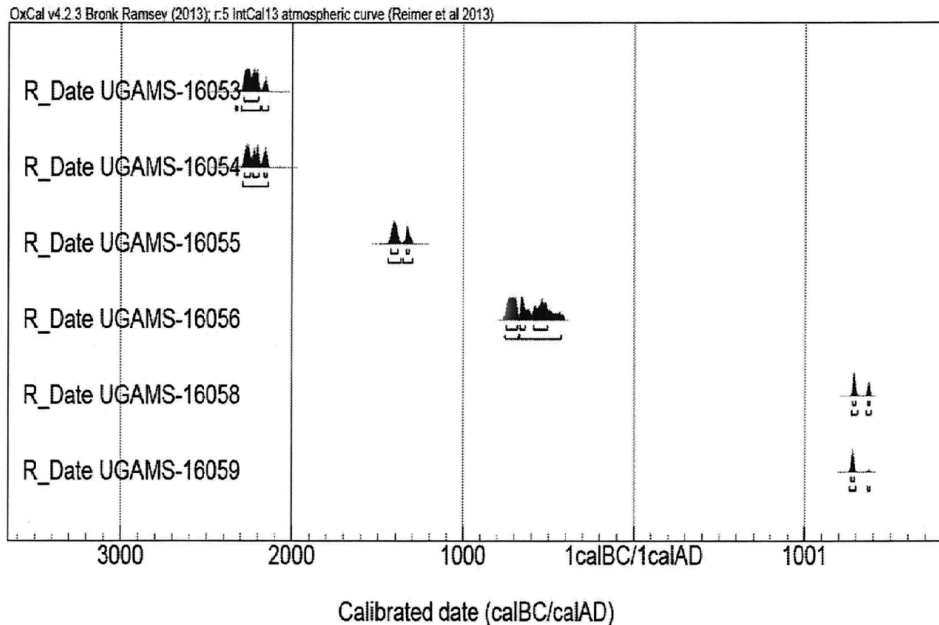


Figura 5. Secuencia cronológica absoluta del sitio Jurumbaino.

capa de suelo es conocida como «ceraturo» (Figura 4).

De acuerdo con la cronología relativa y absoluta de nuestras excavaciones, se definió una secuencia compuesta de cuatro fases arqueológicas (Figura 5), a saber: 1: Pre-monticular, 2280-2140 cal. a. C., con una industria lítica para procesar alimentos; 2: Cerámica temprana, 1430-1320 cal. a. C.; 3: Producción alfarera intermedia, 750-500 cal. a. C., que coincide en formas y decoraciones («bandas rojas entre incisiones») con aquella asociada a los montículos artificiales del Upano; y 4: Producción de cerámica tardía, 1280-1380 cal. AD, también conocida como «horizonte corrugado».

## **Paleoclima y desarrollo cultural en el frente bajo amazónico ecuatoriano**

Según una revisión de proxies paleoclimáticos, el clima sí jugó un rol importante en el valle del Upano para entender las transformaciones culturales de la región y existen dos fuentes que lo influyeron. Aun cuando hay gran certeza de que se trató del mismo Sangay, la carencia de un estudio en detalle de las secuencias eruptivas de este volcán durante el primer milenio a. C. hace difícil ser determinante al respecto, pero deja abierta la posibilidad de que otro evento haya jugado un rol. Se trata de la erupción del 900 AD del volcán El Altar, ubicado unos kilómetros más al norte del Sangay. Más interesante aún es que después de este tipo de eventos (incluso siendo el del mismo Sangay), por la misma naturaleza del efecto secundario, después de cada evento piroclástico suele haber un período de descenso de la temperatura en las inmediaciones.

¿Fue entonces el Sangay o El Altar el gatillo que dio inicio a este posible proceso de frialdad? Si se revisan los proxies, lo único que parece claro es que la sociedad Upano —hasta antes del 800 d. C.— vivió en un medio relativamente húmedo, aunque no se conoce si hubo variaciones. Si bien después de esta fecha la humedad e incluso algunas inundaciones parecen haberse dado en lugares al norte, en la cuenca del Napo, los demás registros paleoclimáticos apuntan a una sequía, en algunos casos extremos, de largo aliento en el sur. Este fenómeno está vinculado con la sequía del MCA (*Medieval Climate Anomaly*), aunque aún se desconoce a ciencia cierta los mecanismos y las particularidades de este evento en Ecuador. Lo que sí parece ser tendencia es la ausencia progresiva de precipitaciones a partir del 800 d. C., medio en el cual se desarrolló casi paralelamente una nueva cultura en el valle del Upano y en el frente bajo amazónico en general, el así llamado «horizonte corrugado».

## **Conclusiones generales**

La interacción pasada de las sociedades prehispánicas con el medioambiente en la Cordillera Real (oriental) es mucho más estrecha y compleja que la que podríamos intuir. En el caso de las sociedades del valle del río Upano, detectamos prelimi-



narmente una correlación entre ambientes cálidos y húmedos con la construcción y el uso de montículos artificiales. De la misma manera, su paulatino desuso y abandono inicia con una suerte de cambio climático seco y más templado hacia el 800 AD. El cambio en las tradiciones cerámicas que inicia alrededor de esta época podría guardar una correlación con este fenómeno, lo que explicaría que hacia el siglo XIII de nuestra era «la cerámica corrugada», con características rústicas en su manufactura y decorado, estaba muy dispersa ya en el frente amazónico sur y norte ecuatoriano. Por el contrario, en la Cordillera Occidental, las ocupaciones humanas cortas al pie de los glaciares del volcán Chimborazo —durante los siglos XIV y XV— se explican porque las condiciones ambientales parecen haberse visto favorecidas para los grupos humanos, debido a la posible presencia de agua (probablemente congelada) en cotas de altura que van de los 4600 a los 4890 m. s. n. m. Como consecuencia, las sociedades indígenas (cultura Puruhá o Inca) realizaron rituales de altura muy probablemente vinculados con cultos de agua.

Sin duda, estas relaciones entre cambio el medioambiental y los grupos humanos en el Ecuador prehispánico solo podrán ser entendidas a medida que se desarrollen proyectos arqueológicos, que integren programas interdisciplinarios de medioambiente en el pasado, en función de responder a preguntas clave como: ¿si dichos grupos pudieron adaptarse a los cambios climáticos o simplemente colapsaron?, más aún en un país donde la historia climática tiene una especial relevancia no solo por su latitud, sino por la importante actividad volcánica que aun hoy en día es un tema clave en la agenda política y medioambiental del país.

## Agradecimientos

A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador con sede en Quito, por la organización del evento III Taller de Geoarqueología, del cual se desprende este texto; a SENESCYT que nos permitió (oficio SDIC-2015-0984-CO) usar una amplia base de datos, generada por ambos autores de este artículo en años recientes y, de manera muy especial, al KAAD (Servicio Católico Alemán de Intercambio Académico), gracias a cuya beca de investigación, este artículo llegó a su término.

## Bibliografía

- Idrovo, J. (1994). *Kuracazgos Autónomos y el contro de ecologías diversas; caso: la provincia de Bolívar*. Guaranda: Universidad Estatal de Bolívar.
- IRD (2016). Coloquio científico e histórico en el marco de la Tercera Misión Geodésica. 25 de mayo. Quito. Recuperado de: <http://es.ird.fr/ird.fr/toda-la-actualidad/actualidades/actualidades/coloquio-cientifico-e-historico-en-el-marco-de-la-tercera-mision-geodesica>
- Jomelli, V., Favier, V., Rabatel, A., Brunstein, D., Hoffmann, G. & Francou, B. (2009). Fluctuations of glaciers in the tropical Andes over the last millennium and palaeoclimatic implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 281, 269-282.
- Le Pennec, J. L., Jaya, D., Samaniego, P., Ramón, P., Yáñez, S. M., Egred, J. & Plicht, J. V. (2008). The AD 1300-1700 eruptive periods at Tungurahua volcano, Ecuador, revealed by historical narratives, stratigraphy and radiocarbon dating. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, (176), 70–81.

- Liu, K. B. & Colinvaux, A. P. (1988). A 5200-year history of the Amazon rain forest. *Journal of Biogeography*, 231-248.
- Mann, M. E., Zhang, Z., Rutherford, S., Bradley, R. S., Hughes, M. K., Shindell, D. T. & Ni, F. (2009). Global signatures and dynamical origins of the Little Ice Age and Medieval Climate Anomaly. *Science*, (326), 1256-1260.
- Miller, G. H., Southon, J. R., Anderson, C., Björnsson, H., Thordarson, T., Geirsdottir, A. & Lehman, S. J. (2012). Abrupt onset of the Little Ice Age triggered by volcanism and sustained by sea-ice/ocean feedbacks. *Geophysical Research Letters*, 39(2).
- Monzier, M., Robin, C., Samaniego, P., Hall, M., Cotten, J., Mothes, P. & Arnaud, N. (1999). Sangay Volcano, Ecuador: structural development, present activity and petrology. *Journal of Volcanology and geothermal research*, 90(1), 49-79.
- Moreno Yáñez, S. (2009). El Chimborazo, Ecuador: un ancestro sagrado andino. En Topic, J. (Ed.), *La arqueología y la etnohistoria: un encuentro andino (25-52)*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos, Institute of Andean Research.
- Paz Maldonado, J. ([1582] 1992). Relación del pueblo de San Andrés de Xunxi, provincia de Riobamba, para el muy ilustre señor licenciado Francisco de Auncibay, del consejo de su majestad y su oidor en la Real Audiencia de Quito. En Ponce Leiva, P. (Ed.), *Relaciones histórico-geográficas de la Audiencia de Quito (siglo XVI-XIX)* (319-331). Quito: Marka, Abya-Yala.
- Rostain, S. y Saulieu de, G. (2013). *Antes. Arqueología de la Amazonía Ecuatoriana*. Arequipa: Instituto Francés de Estudios Andinos.
- Scanu, M. (1986). Los santuarios de altura en los Andes. *Revista del Museo Nacional*, XLVIII, 213 - 249.
- Schávelzon, D. (1976). *Un sitio habitacional prehispánico en el Chimborazo*. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Schávelzon, D. (1981). Un sitio habitacional prehispánico en el Chimborazo, Ecuador. En Schávelzon, D. (Ed.), *Arqueología y arquitectura del Ecuador prehispánico* (pp. 391-395). México D. F.: Universidad Autónoma de México.
- Schotterer, M., Grosjean, W., Stichler, P., Ginot, C., Kull, H., Bonnaveira, B., Schwikowski, J. (2003). Glaciers and climate in the Andes between the equator and 30°s: what is recorded under extreme environmental conditions?. *Climatic Change*, (59), 157-175.
- Wolf, T. (1892). *Geografía y geología del Ecuador*. Alemania: Brockhaus.
- Yépez, A. (2012). *Prospección Arqueológica de altura en el Volcán Chimborazo*. Riobamba: Instituto Nacional de Patrimonio Cultural.
- Yépez, A. (2013 s. p.). *Excavaciones en tres recintos arqueológicos del Volcán Chimborazo. Informe final de investigación presentado al Instituto Nacional de Patrimonio Cultural del Ecuador*. Quito: Universidad Católica del Ecuador.
- Yépez, A. (2014). *Documentación de nuevos recintos arqueológicos de altura en el Volcán Chimborazo, flanco sur*. Quito: Informe de investigación entregado a INPC- Riobamba.

# Morfología de *hummocks* proveniente de las avalanchas de escombros: su uso en la historia arqueológica en Ecuador

---

Viviana Valverde Arcos\*,  
Benjamin Bernard y Patricia Mothes

## Introducción

Ecuador es un país altamente volcánico. De acuerdo con Bernard y Andrade (2011), hay actualmente 84 volcanes continentales, clasificados entre extintos/en reposo, potencialmente activos, activos y en erupción. Acorde a las investigaciones realizadas en varios centros volcánicos, se ha visto que estos han sufrido en promedio al menos un deslizamiento gigante durante su historia eruptiva. Entre los volcanes más importantes están: Imbabura, Cotopaxi, Guagua Pichincha, Atacazo, Tungurahua, Reventador, Chimborazo y Sangay.

## Las avalanchas de escombros

El colapso de una parte del edificio volcánico ha sido identificado como un fenómeno común durante el desarrollo de un estratovolcán (Siebert, 1984). El deslizamiento gigante de un volcán está ligado a tres procesos principales: el debilitamiento del edificio a largo plazo (erosión, alteración hidrotermal, crecimiento asimétrico, características del sustrato o basamento que soporta el edificio volcánico), la inestabilidad a corto plazo (intrusión de magmas en zonas superficiales, criptodomo, diques y cambios climáticos), y un mecanismo de activación (erupción, sismos tectónicos o volcánicos, fuerte lluvia) (McGuire, 1996; Capra, 2006).

De acuerdo con Siebert (1984), hay dos rasgos geomorfológicos principales que ayudan a identificar una avalancha volcánica. El primero es un anfiteatro en forma de herradura, con grandes escarpes de deslizamiento en el edificio volcánico; y el otro es la topografía de *hummocks* (colinas) en la zona del depósito; que consiste de cientos a miles de pequeñas colinas y depresiones cerradas, que generalmente disminuyen de tamaño y volumen conforme se alejan de la fuente. Poseen formas variadas, entre las más comunes están: cónica, redondeada y ovalada.

De las características mencionadas anteriormente, la morfología de los *hummocks* es una de las más importantes. Estos han sido malinterpretados en muchos casos como tolas. Sin embargo, hay varios aspectos que se debe considerar para diferenciar uno de otro.

---

\* Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional. vvalverde@igepn.edu.ec; Universidad de Ginebra (Suiza). Viviana.Valverde@etu.unige.ch

Los *hummocks*, a diferencia de las tolas, están formados por partes de la estratigrafía interna del volcán que colapsó, es decir que el material que lo conforma es de origen volcánico como: balísticos (rocas de varios centímetros hasta decenas de metros), flujos de lava (bloques métricos de roca volcánica) y material piroclástico (ceniza, pómez, escoria). Además, los depósitos de avalancha de escombros cubren áreas del orden de cientos de kilómetros cuadrados y la distribución de los montículos no tiene ningún orden en específico. En general, mientras más alejado de la fuente se encuentre el depósito, el tamaño de los *hummocks* será menor y, en ocasiones —como en los volcanes St. Helens (EE. UU.), Shiribetsu, Usu, Iwaki y Fuji (Japón)—, los montículos presentan una dirección preferencial alargada hacia la fuente (Yoshida *et al.*, 2012; Yoshida *et al.*, 2013).

### Origen de los *hummocks*

Los depósitos de avalanchas de escombros usualmente se presentan con una morfología de montículos (*hummocks*). Está constituida por una brecha mixta pobremente sorteada (Siebert, 1984). Estos montículos se forman por la acción de fuerzas extensivas, que actúan en un volumen de material cuando alcanza una zona plana y la energía potencial que tuvo el depósito se ha transformado en cinética (Andrade, 2009).

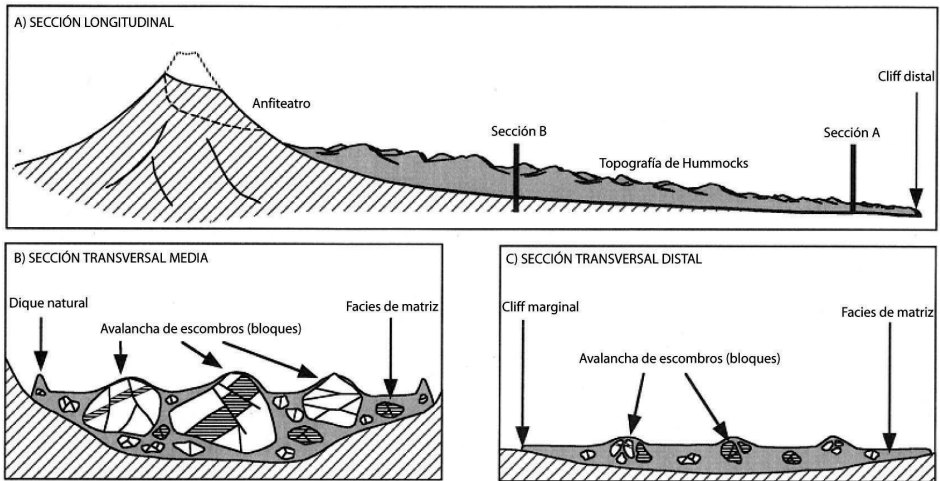


Figura 1. Sección esquemática de un depósito de avalancha de escombros: A) Sección longitudinal que se extiende desde el anfiteatro de la fuente hasta el extremo distal; B) Sección transversal en la región media; C) Sección transversal en la zona distal. El tamaño de los *hummocks*, al igual que el de los bloques, disminuye gradualmente en la sección distal (modificado de Ui *et al.*, 2000).

### Tipos de *hummocks*

Los *hummocks* es la morfología más característica de los depósitos de avalancha de escombros. Estos han sido divididos en tres tipos, de acuerdo con la relación entre facies de bloques a facies de matriz (Glicken, 1996) (Figura 2).

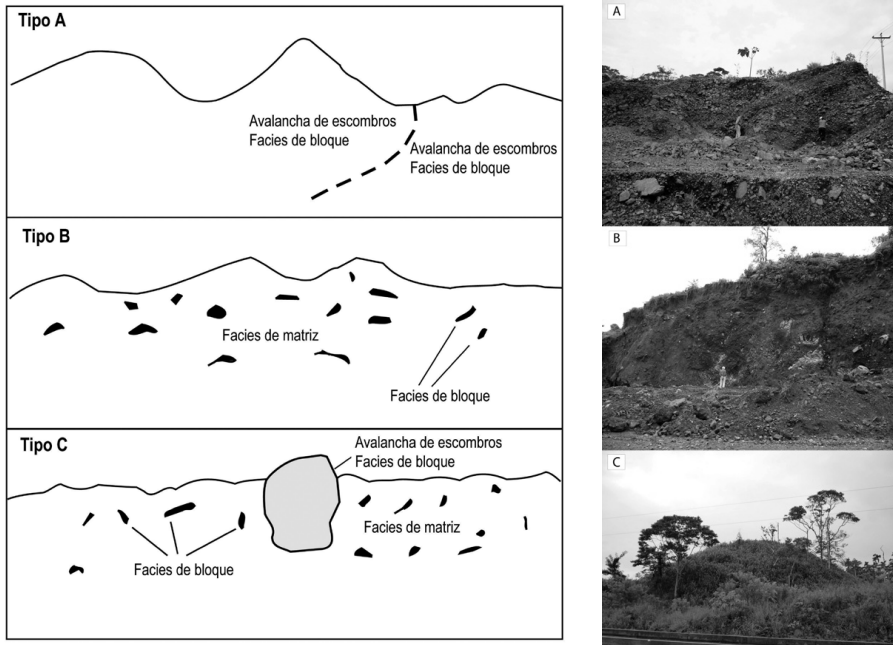


Figura 2. A la izquierda, esquema ilustrativo de los tipos de hummocks (Glicken, 1996). A la derecha, fotografías de los tipos A, B y C de hummocks (volcán Sangay, Fotos: V. Valverde).

*Tipo A, Hummocks con facies de bloques sin facies de matriz.* Uno o más bloques de avalancha sin facies de matriz extendidos de hummock a hummock.

*Tipo B, Hummocks con facies de matriz predominante.* Están constituidos casi en su totalidad de facies de matriz; son generalmente de menor tamaño que los de tipo A.

*Tipo C, Hummocks hechos de restos de facies de bloque en facies de matriz.* Tienen un núcleo de grandes bloques que fueron transportados y depositados en facies de matriz.

## Las avalanchas de escombros de tres volcanes cuaternarios continentales del Ecuador

En Ecuador, se conoce que las avalanchas de escombros constituyen uno de los depósitos más grandes distribuidos en la región andina, que forman *hummocks* o colinas naturales (Proyecto multinacional andino: geociencias para las comunidades andinas, 2007).

A continuación, se presenta un breve resumen de los deslizamientos de los volcanes: Sangay, Imbabura y Chimborazo. Dichos volcanes son elegidos por la importancia cultural que se ha desarrollado en los sectores de influencia de los centros eruptivos.

### **Volcán Sangay**

El Sangay está localizado en la Cordillera Real y es uno de los volcanes más activos del Ecuador, pues se ha mantenido en actividad constante desde 1628. Este cen-

tro eruptivo ha experimentado al menos dos deslizamientos volcánicos: el primero hace 250-100 ky (Monzier *et al.*, 1999) y el más reciente hace 29 ky (Valverde, 2014).

Los depósitos de avalancha de escombros de este volcán tuvieron un recorrido de hasta 62 km desde la fuente y esta fue la mayor distancia medida en los volcanes cuaternarios continentales del Ecuador.

### ***Volcán Imbabura***

Es un estratovolcán cuaternario y está localizado en la depresión interandina del Ecuador. La actividad eruptiva se ha manifestado durante el Pleistoceno-Holoceno. Este centro volcánico sufrió un colapso sectorial del flanco norte del edificio Imbabura I y dejó un gran depósito en la zona norte del coloso. Ruiz (2003) ha realizado el mapeo de la avalancha de escombros, basado en observaciones petrográficas, correlacionando las rocas de flujos de lava del edificio con los del depósito de avalancha de escombros.

### ***Volcán Chimborazo***

Es un estratovolcán compuesto localizado en la Cordillera Occidental. Uno de los deslizamientos volcánicos que ha experimentado el Chimborazo está asociado al edificio CH-1, que ha dejado una cicatriz de 4 km de ancho y ha removido un volumen  $\sim 8 \text{ km}^3$  del edificio volcánico (Bernard *et al.*, 2008). El depósito es visible a lo largo de la ciudad de Riobamba, con un espesor promedio de 40 m y cubre un área de alrededor de  $280 \text{ km}^2$ , por un volumen final de cerca de  $>11 \text{ km}^3$ .

La morfología predominante de los depósitos son los *ridges* y los *hummocks*, con estructuras internas, como *jigsaw-cracks* (fracturas en rompecabezas), inyecciones y zonas de cizalla (Bernard *et al.*, 2008).

## **Uso de la morfología de *hummocks* en la arqueología**

La forma de los *hummocks* es generalmente regular, similar a un casquete esférico. Dicha morfología ha sido aprovechada por las culturas pasadas, para usar como zonas habitacionales y ha sido un ejemplo, tanto que se ha reproducido la misma morfología según las necesidades de cada región.

### ***Hummocks de la avalancha del volcán Sangay***

A lo largo del río Palora, cerca de los centros poblados: Sangay, Arapicos, Palora, San Vicente de Tarqui, Pablo VI y Sináí, se han identificado cientos de montículos naturales (*hummocks*) intercalados con tolas, ambos cubiertos con vestigios culturales, como cerámicas y líticos.

Sobre la base de la morfología de los montículos, se ha establecido las diferencias entre las elevaciones. Los *hummocks* tienen alturas de hasta 40 metros, están compuestos por facies de bloques o mezcla en su interior y petrográficamente contienen más del 90% de material volcánico (entre rocas y material piroclástico)

(Figura 3). Por otro lado, las tolas alcanzan alturas de máximo 3 metros y están compuestas por sedimentos de tamaño de arcilla y limo; contienen pequeños pedazos de cerámica, como vestigio cultural y en ocasiones líticos tallados (Zambrano, A., comunicación personal, 2014) (Figura 4). Los sedimentos tienen un bajo contenido de material máfico (menor al 5%). En un análisis mineralógico realizado en estos sedimentos, se encontró como minerales principales: plagioclasa, piroxeno, olivino y opacos.

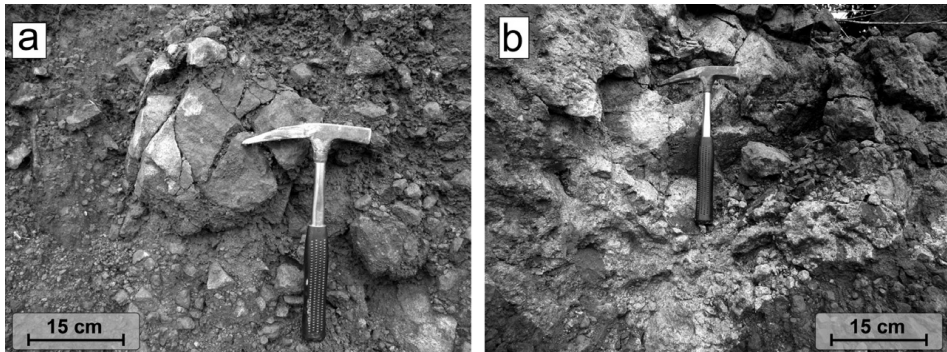


Figura 3. a) Fractura tipo jigsaw-cracks (rompecabezas) dentro de la facies de bloque. b) Bloques con huellas de alteración hidrotermal, el afloramiento de hummock con facies intermedia se encuentra cercano al río Amundaló (UTM: 0830345 / 9810250; PSAD-56).

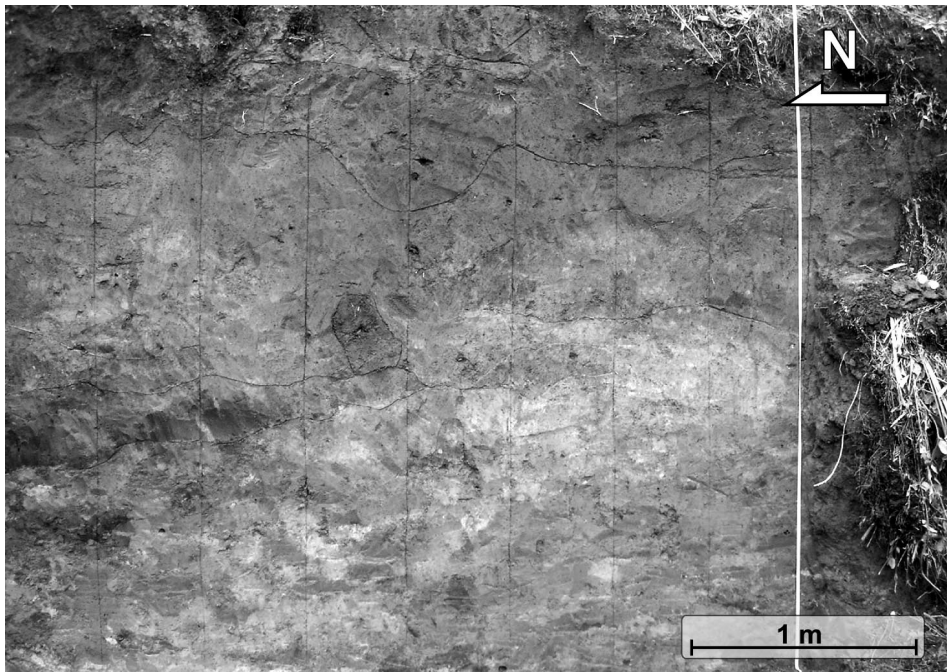


Figura 4. Perfil de una tola, tiene 2,4 metros de altura y está localizada en Pablo VI, a 50 km de distancia del volcán Sangay. Se observa la homogeneidad de los sedimentos que conforman este montículo (Foto. A. Belén Zambrano., PUCE).

### ***Hummocks de la avalancha del volcán Imbabura***

Los depósitos del avalancha de escombros del volcán Imbabura están localizados al norte de la ciudad del edificio, que afloran al norte de la ciudad de Ibarra con una morfología de *hummocks* muy evidente. En este caso, la morfología de *hummocks* fue reproducida en las cercanías del depósito de avalancha de escombros cerca del lago Yahuarcocha. Los depósitos naturales están separados de los antrópicos por pocos cientos de metros, por lo que es claro ver la relación entre las morfologías naturales y antrópicas. La morfología de *hummocks* en este volcán es un claro ejemplo de la importancia en la diferenciación.

### ***Hummocks y relación arqueológica con el volcán Chimborazo***

Antes de las publicaciones sobre los depósitos de avalancha de escombros provenientes del Chimborazo, los *hummocks* fueron ampliamente interpretados como tolas en la zona de Riobamba y las cercanías al coloso. Actualmente, dichos depósitos se encuentran bien identificados en el trabajo de Bernard (*et al.*, 2008). Sin embargo, aunque los *hummocks* no constituyen morfologías artificiales, los vestigios arqueológicos encontrados en la zona pertenecientes a la cultura Puruhá son de gran importancia (Mothes P. y Guayasamín D., comunicación personal, 2015). Los mismos pueden estar asentados sobre depósitos volcánicos provenientes incluso de otras fuentes, como los volcanes Carihuairazo, Huisla y Tungurahua. Por ello, es muy importante identificar cada depósito (morfología, petrografía, edad) a nivel local, para realizar buenas correlaciones con la relación cultural.

## **Conclusiones**

Las morfologías naturales, como los montículos producidos por los depósitos de avalancha de escombros, han tenido influencia en las culturas pasadas. En algunos casos, pudieron haber sido habitadas —como en el caso del Sangay— o su forma pudo haber sido reproducida —como en el caso del volcán Imbabura—.

La morfología de los *hummocks* puede ser confundida por tolas. Por ello, es importante reconocer las características principales de cada facies de un depósito de avalancha de escombros e identificar la geología local.

En el caso de los *hummocks* del volcán Sangay, una de las características más importantes para diferenciarlos de las tolas es su tamaño. Los montículos naturales llegan a tener un tamaño de hasta 40 metros de altura, mientras que las tolas llegan a alrededor de 3 metros.

La petrografía es una herramienta importante para diferenciar un depósito de avalancha de escombros de una tola cultural. En el caso del volcán Sangay, mediante análisis petrográficos, se diferenciaron las facies de mezcla de la avalancha, cuyo contenido de material volcánico era más del 90%; mientras que en las tolas este material era menor al 5%.



## Bibliografía

- Andrade, D. (2009). *The Influence of active tectonics on the structural development and flank collapse of Ecuadorian arc volcanoes*. (Tesis inédita de doctorado). Universidad Blaise-Pascal, Clermont-Ferrand, Francia.
- Bernard, B. y Andrade, D. (2011). *Volcanes cuaternarios del Ecuador continental. Mapa al 1/500 000*. Direction de l'Information et de la Culture scientifique de l'IRD.
- Bernard, B., De Vries, B. V. W., Barba, D., Leyrit, H., Robin, C., Alcaraz, S. & Samaniego, P. (2008). The Chimborazo sector collapse and debris avalanche: deposit characteristics as evidence of emplacement mechanisms. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 176(1), 36-43.
- McGuire, W. J. (1996). Volcano instability: a review of contemporary themes. *Geological Society, London, Special Publications*, 110(1), 1-23.
- Glicken, H. (1996). *Rockslide-debris avalanche of May 18, 1980, Mount St. Helens Volcano, Washington (96-677)*. US Geological Survey.
- Hall, M. y Mothes, P. (2008). The rhyolitic-andesitic eruptive history of Cotopaxi volcano, Ecuador. *Bulletin of Volcanology*, 70(6), 675-702.
- Monzier, M., Robin, C., Samaniego, P., Hall, M. L., Cotten, J., Mothes, P. y Arnaud, N. (1999). Sangay volcano, Ecuador: structural development, present activity and petrology. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 90(1), 49-79.
- Proyecto multinacional andino: geociencias para las comunidades andinas, 2007. Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. *Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional*, (4), 432.
- Ruiz, A. G. (2003). *Estudio geovolcanológico del complejo volcánico Imbabura*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Siebert, L. (1984). Large volcanic debris avalanches: characteristics of source areas, deposits, and associated eruptions. *Journal of volcanology and geothermal research*, 22(3), 163-197.
- Valverde V. (2014). *Las avalanchas de escombros provenientes del volcán Sangay: caracterización petrográfica-geoquímica*. (Tesis inédita de Ingeniería en Geología). Escuela Politécnica Nacional, Quito.
- Yoshida, H., Sugai, T., y Ohmori, H. (2012). Size-distance relationships for hummocks on volcanic rockslide-debris avalanche deposits in Japan. *Geomorphology*, 136(1), 76-87.
- Yoshida, H. (2013). Decrease of size of hummocks with downstream distance in the rockslide-debris avalanche deposit at Iriga volcano, Philippines: similarities with Japanese avalanches. *Landslides*, 10(5), 665-672.

# Uso del suelo y geoformas en tiempos precolombinos: cuencas de los ríos Tuna y Palora, Pablo Sexto, Morona Santiago

*Sthefano Serrano Ayala\**

## **Introducción**

El trabajo que se presenta a continuación corresponde a un análisis de carácter geoarqueológico de la fase de prospección y excavación del Proyecto Arqueológico Pablo Sexto, Morona Santiago, Amazonía Sur del Ecuador, financiado por SENES-CYT e INPC. Este proyecto tuvo estrecha vinculación con la paleobotánica, por cuanto la posición teórica adoptada fue la Ecología Histórica; entendiendo a la cultura material como productos tecnológicos, culturales, simbólicos, económicos y políticos, en estrecha relación con el medioambiente.

Para este estudio se ha optado por hacer referencia a eventos geológicos en el piedemonte amazónico próximo a cenizas volcánicas, procesos de formación de sitio, utilización de geoformas, uso de suelo en espacios agrícolas y construcción de plataformas artificiales por parte del hombre precolombino. Para el caso, se indaga la génesis geológica de la zona, haciendo énfasis en las cuencas de los ríos Upano, Tuna y Palora. Aproximadamente, desde el Pleistoceno Temprano 260 000 BP, se evidencia una serie de colapsos del Sangay, que han modelado la geomorfología hasta el 17 000 BP, donde se dan unas condiciones estables para los diferentes procesos de pedogénesis de la zona.

De esta forma, el paisaje se vislumbró con una sucesión de planicies interfluviales, bordeadas por montículos y plataformas naturales (*hummocks*), ríos con barrancos y terrazas indiferenciadas en zonas aluviales del río Palora. En estas geoformas, se asentaron los diferentes grupos humanos: sociedades móviles (2000 a. C.), grupos Upano (400 a. C.-200 d. C.) y grupos con cerámica corrugada (900 d. C.-1700 d. C.) que, a lo largo del tiempo, generaron una serie de modificaciones en su entorno.

## **Génesis geológica**

Se ha tomado como punto de partida las formaciones y los colapsos del Sangay, 260 000 BP (ka BP) hasta la actualidad. En el siguiente mapa, se puede apreciar los últimos colapsos del Sangay (Sangay III), principalmente, depósitos de lahar que han cubierto las zonas donde posteriormente se asentaron los pueblos Upano, entre los ríos Palora al norte y las terrazas fluviales del río Upano al sur. Esto resulta interesante en la medida en que se vislumbra un paisaje con montículos y platafor-

---

\* Sacharxeos Cia. Ltda. [supremoelder@hotmail.com](mailto:supremoelder@hotmail.com)

mas naturales (*hummocks*), producto de los depósitos de avalancha, y, precisamente sobre algunos de estos, se asentaron los pueblos precolombinos.

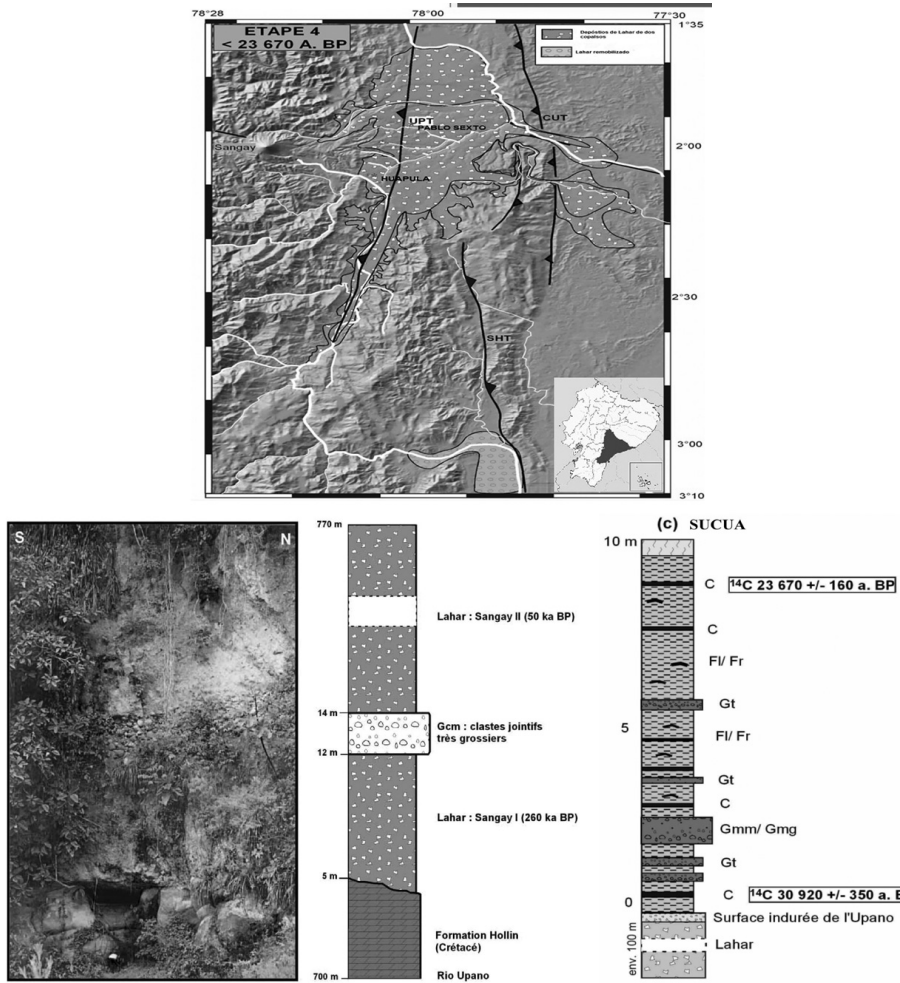


Figura 1a. Mapa modificado, colapsos del Sangay (Bes de Berc, 2003).

Figura 1b y 1c. Perfiles estratigráficos fechados (Bes de Berc, 2003).

Los depósitos de avalancha generaron gran dinámica y estratificación en el paisaje, con lahares, depósitos fluviales y concreciones apreciables en perfiles del Upano. Los datos proporcionados por Bes de Berc (2003: 129, 135) permiten sugerir condiciones estables para la formación de suelos con ocupación humana, entre el 17 920 BP al norte y 23 670 BP al sur. Se entiende que, en estos suelos post-Sangay III, se encuentra la evidencia cultural arqueológica.

Una vez estable el paisaje natural, después de una serie de eventos depositacionales, se produjeron eventos menos catastróficos que los citados anteriormente, en donde hubo medios climáticos, uniformes y húmedos, con alternancias de

sequedad, que se dan a partir del 5800 BP (Weng *et al.*, 2002). En este ambiente, posiblemente, se dieron condiciones óptimas para la ocupación de los diferentes espacios subandinos en la provincia por parte de grupos móviles, que quizá basaron su subsistencia en la caza, la recolección y el cultivo de vegetales.

### Procesos de formación de sitios en el piedemonte amazónico-sur

Al crearse escenarios geológicos estables, comenzó el proceso de pedogénesis sobre cenizas volcánicas. Sourdat y Winckell (1997: 333) manifiestan que el suelo en estas zonas está sobre un conglomerado andesítico en descomposición y sobre este, capas de cenizas que, al contacto con el substrato, presentan facies de meteorización de arcillas halloysíticas blancas.

En general, se puede constatar la presencia de tres horizontes (A, AC y C), un paleosuelo (P1) y un estrato de arcillas halloysíticas. El horizonte A (10YR 2/2) y el paleosuelo 1 (P1) (10YR 2/1) son oscuros, limos y con inclusiones de materia orgánica. El horizonte AC, por su parte, se caracteriza por ser limo arcilloso, con plasticidad media y de color pardo oscuro (10YR 2/2). El horizonte C es sumamente arcilloso y, en ocasiones, muy plástico, su color es café amarillento (10YR 3/4) y, generalmente, es el más profundo. El estrato halloysítico limita con el horizonte C y la matriz rocosa andesítica, que le da una coloración blanquecina (2.5Y 8/1).

La disposición, la evolución y la profundidad de estos horizontes de suelo y estratos varían según la geomorfología de la zona. En este caso, se presentan: suelos profundos (3-4 m b/s). ubicados en zonas entre montículos (ondulaciones) y en plataformas alargadas; suelos poco profundos y evolucionados (20-40 cm b/s), ubicados sobre montículos convexos; y suelos medianamente profundos (1-1,5 m b/s), ubicados sobre plataformas alargadas y planicies bien drenadas, donde se pudo registrar mayor cantidad de rasgos, plataformas artificiales y cultura material (cerámica, lítica y suelos antropogénicos).

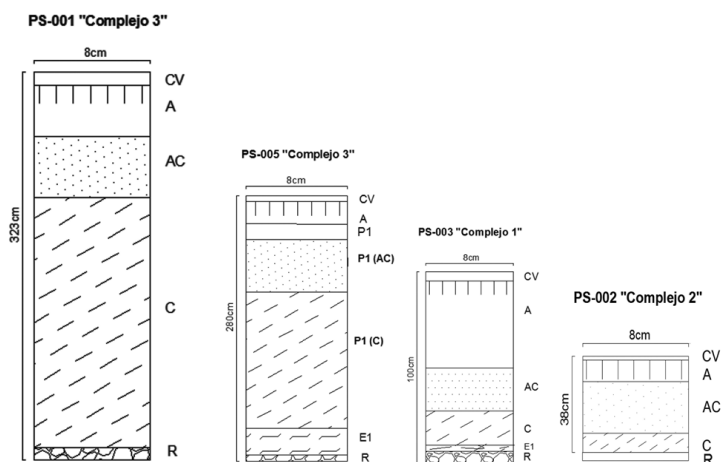


Figura 2. Profundidad y evolución de suelos según su posición geomorfológica.

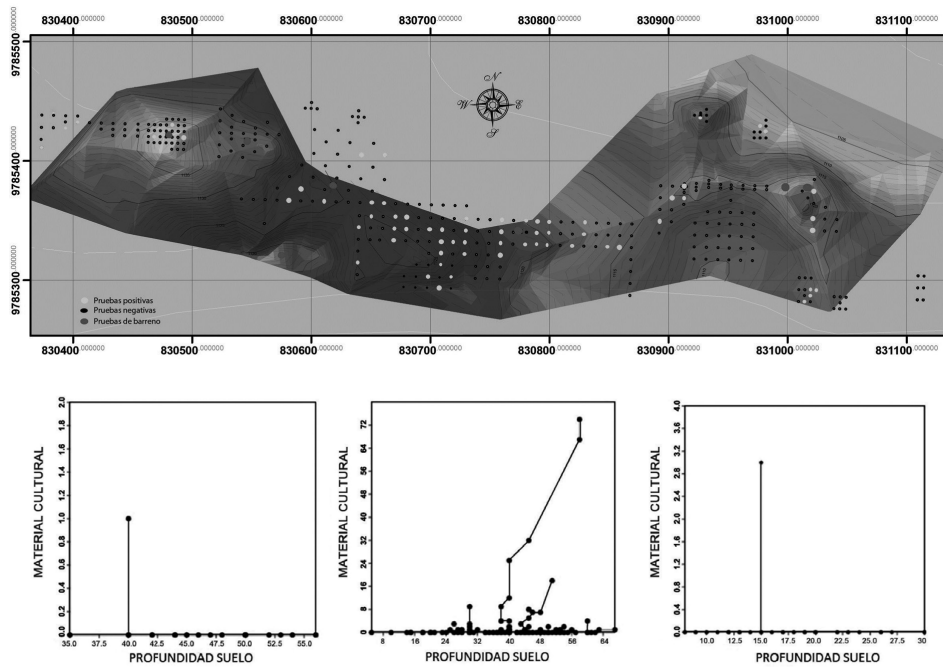


Figura 3a y 3b. Geoformas prospectadas y su relación suelo (profundo, medio, escaso) vs. material cultural.

Al tener clara esta variación, en cuanto a profundidad y evolución del suelo, se procedió a realizar pruebas de pala que evidencien la concentración de material cultural en geoformas con drenaje limitado y óptimo. Los resultados abajo presentados claramente demuestran poca evidencia cultural en ondulaciones entre montículos y sobre montículos convexos con poca extensión de área, compuestos por suelos poco profundos o muy profundos. Respecto a los suelos medianamente profundos, estos poseen mayor evidencia cultural sobre geoformas alargadas.

Como se aprecia, no todos estos *hummocks* presentan evidencia cultural determinante, aquí más bien se atiende a espacios bien ocupados o altamente erosionados por agentes naturales y humanos. Esta erosión es muy conocida en la zona. Custode y Viennot (1983) afirman que, a partir de 1968, grupos de colonos comenzaron a asentarse en el piedemonte de la cordillera, generalmente, a orillas de numerosos ríos; afirman que trajeron consigo prácticas agrícolas extrañas al sitio, cargas sólidas al suelo, movimientos en masa, acumulaciones de arena y ganadería intensiva. Esto, sin duda alguna, bajó el rendimiento en el suelo y generó mal drenaje, lo cual dio como resultado remoción de horizontes en zonas monticulares. Los factores indicados son agresivos y habrían perturbado la conservación de sitios arqueológicos, así como también los procesos de erosión de carácter natural, lo que habría contribuido a esta no preservación de los remanentes desde el pasado. Wischmeier y Smith (1958) señalan que el carácter erosivo natural responde a factores como: pérdida de suelos, agresividad de precipitación, erodabilidad del suelo y topografía.

En el caso puntual de Pablo Sexto y las zonas del Upano, se aprecia que la erosión es crítica sobre la pérdida de horizontes en montículos naturales convexos, ya que por pendientes fuertes, se pierde profundidad de suelo. A esto se suma la acción constante del ganado y la lluvia que ahonda más el problema. Salazar (1986: 143-144) expone que los colonos y grupos shuar adoptaron este sistema, que de a poco ha ido erosionando el suelo; de igual manera, los colonos han buscado terrenos mejores, que soporten sus asentamientos y actividades. La actividad ganadera ha generado problemas serios en los suelos del piedemonte, principalmente, porque lo compacta en zonas planas y desaparece horizontes en zonas altas (Pinzón y Amézquita, 1991: 22, 25).

### **El suelo en contextos ocupacionales y agrícolas**

Desde un principio, se creía que la ecología amazónica no podía establecer sociedades complejas, numerosas ni por largos periodos de tiempo (Meggers, 1954: 821); sin embargo, con el paso del tiempo y las investigaciones arqueológicas recientes, se ha planteado que la Amazonía no fue un espacio deshabitado y que, al contrario de las interpretaciones de Meggers, estos espacios fueron densamente ocupados, re-habitados y modificados (Neves, 2000: 94; Heckenberger *et al.*, 1999: 371).

Una forma de sostener, modificar y reocupar estos espacios fue, sin duda alguna, la preparación de suelos y la selección de espacios con horizontes óptimos; es decir, la intencionalidad del humano para crear suelos antrópicos, capaces de cumplir con los supuestos arriba mencionados. Heckenberger (*et al.*, 1999) propone que el sitio Acutuba fue intensamente ocupado, esto se ha evidenciado por las tierras pretas en los diferentes suelos culturales del sitio. «Los poblados Amerindios no pueden ser generalizados como pequeños, no permanentes o autónomos-aislados, estas poblaciones no solo son altamente selectivas en su uso del paisaje natural, aunque sobre esa decisión de locaciones no necesariamente son degradadas, pero pueden transformarse en alteraciones intencionales y no intencionales resultantes de la ocupación humana» (Ibíd., 1999: 372).

Se ha establecido que en la Amazonía, estos son suelos negros arqueológicos, ferrasuelos y suelos pardos o mulatos (Neves *et al.*, 2003: 68-71). Los suelos negros arqueológicos (5YR 2/1, 7.5YR 3/1 a 10YR 3/1) poseen altos contenidos de carbón (C), fósforo (P), calcio (Ca), magnesio (Mg), zinc (Zn) y magnesio (Mg), materia orgánica con componentes órgano-metálicos, hojas de árboles, semillas, conchas, caparazones de tortugas y orina (Ibíd., 2003). En Ecuador, se ha hecho caso omiso a este indicador relacionado a sitios arqueológicos y se los definió como simples depósitos, con una descripción general, carente de significación propia. Algunos de los pocos estudios vinculados a este tema han sido los de Serrano (en López, 2013) respecto al sitio Arutam, provincia de Morona Santiago, donde se aprecia un uso recurrente de suelos pardos, poco evolucionados y medianamente profundos; así como los estudios de Arroyo (2015), de micro

morfología en Moravia, Pastaza y una prospección de tierras negras en Napo, de este mismo autor.

Para el caso de Pablo Sexto, se puede apreciar ciertos contextos naturales que favorecerían a la estabilidad de grupos humanos y a la sostenibilidad de poblaciones más densas, esto evidenciado con la presencia de tierras negras, profundidad y drenaje del suelo. Estas propiedades del suelo habrían sido aprovechadas por los pueblos precolombinos a-cerámicos del 2010-1779 a. C.; 1869-1665 a. C. (cal), seguido de ocupaciones Upano temprano del 358-174 a. C. (cal), Upano tardío del 17-125 d. C.; 26-126 d. C.; 125-238 d. C. (cal) y ocupaciones con cerámica corrugada del 1036-1157 d. C.; 1405-1440 d. C.; 1521-1662 d. C. (cal). Es decir, la selección, la modificación y la intensificación de estos suelos se habrían constituido por una ocupación prolongada, que generó cambios intencionales y no intencionales para la formación de suelos negros (*terras pretas*) productivos.

Porras (1987) comienza a plantear la productividad de estos suelos negros a las faldas del Sangay y expresa horizontes (A) con gran cantidad de materia orgánica y fertilizada por las emisiones de ceniza del Sangay. A esto se suma los fechados radiocarbónicos y las ocupaciones reiterativas en Huapula (Porras, 1987; Rostain, 1999 y Pazmiño, 2008), que denotarían una estabilidad y densidad poblacional considerable, para una sociedad de foresta amazónica. Desafortunadamente, en esa época, no se había estudiado a detalle el suelo como un agente cultural en yacimientos arqueológicos y solamente se los caracterizó como «suelos negros húmicos o tierra café obscura».



Figura 4: Tierras negras sitio Sangay-Huapula y Pablo Sexto (Porras, 1987: Archivo Fotográfico Museo Weilbauer y Serrano, 2014).

Ahora bien, los suelos amazónicos ecuatorianos se vislumbran como féculos, por la constante fertilización de cenizas volcánicas, pero no todas las geoformas son aptas para la agricultura o los establecimientos humanos prolongados, ya que esto dependerá, en gran medida, de las condiciones de acidez y *ph* de los suelos. En los resultados de profundidad de suelo y geomorfología, se pudo apreciar que la mayor cantidad de yacimientos arqueológicos se encuentra en plataformas alargadas y planicies aluviales con suelos medianamente profundos, a diferencia de suelos poco profundos en lomas convexas y suelos profundos en ondulaciones entre montículos y secciones pantanosas con mal drenaje, que no registraron mayor evidencia cultural. Esto permite plantear la selección de espacios que evidentemente presentan suelos aptos para la agricultura y de mejor drenaje para la implantación de viviendas, lo que da como resultado un registro arqueológico claro y con menor impacto por la erosión.

Sin duda, los factores anteriormente señalados contribuyeron al establecimiento de grupos humanos en las cuencas del Palora y el Upano. Estos pobladores tuvieron que haber seleccionado espacios para sus asentamientos teniendo en cuenta las propiedades geomorfológicas, edafológicas y, sobre todo, de productividad del paisaje. Esta inferencia arqueológica responde a la estricta vinculación de suelos óptimos para la agricultura, ya que en la prospección y la excavación de unidades, se pudo apreciar la preferencia por suelos mejor drenados. Estos suelos son relacionables con los expresados por Custode y Sourdat (1986), quienes sobre la base de una caracterización microedafológica de los suelos amazónicos del Ecuador, los destacan por poseer minerales primarios y volcánicos, con fertilidad elevada y ligeramente ácidos (6,0/5,7), aunque de poca extensión por su drenaje.

Como se dijo anteriormente, el drenaje es uno de los problemas sustanciales en el piedemonte entre los ríos Upano y Palora. Salazar (1986: 218) menciona que el contenido de agua de la zona es de 300% y con una productividad limitada, en el caso del Alto Upano, con base en los mapas de suelos de PRONAREG-ORTS-ROM. Sin embargo, Porras (1987: 21, 303) manifiesta que los suelos de esta zona son extremadamente productivos, principalmente, por sus componentes de ceniza volcánica. Al parecer, hay varias perspectivas y los arqueólogos citados tienen posturas diferentes respecto al factor suelo. Quizá esto responda a que las unidades muestreadas por los edafólogos corresponden a extrapolaciones y, como consecuencia, generalizan toda una zona. Respecto a este punto, hay geoformas que contribuyen a un mejor drenaje con fines agrícolas y es precisamente la mediana profundidad, cercana al material parental con texturas menos arcillosas y de acidez, saturación y toxicidad aluminica baja, las características decidoras para la productividad de suelos (Custode y Sourdat, 1986: 332).

El énfasis puesto en el drenaje del suelo es un factor determinante en la zona, ya que si bien es cierto hay horizontes (A), negros y productivos, estos pueden



estar en zonas mal drenadas, entre ondulaciones y planicies disectas, lo cual genera problemas para la agricultura. Custode (1983), en el mapa morfoedafológico de la provincia de Morona Santiago, describe a estos suelos como: Hydrandepts del piedemonte, caracterizados por ser sueltos, prehúmedos, con fertilidad baja y aluminio tóxico. El mal drenaje de un suelo impide el ingreso de aire y su intercambio de gases con la atmósfera, lo que genera un proceso de anaerobiosis (López, 2002: 141), que se desprende de efectos físicos y químicos.

Los efectos físicos del exceso de humedad generan suelos suaves, con hundimientos mayores y degradación de horizontes, donde las películas de agua que bordean los minerales se hacen más grandes hasta romper y separar los agregados; el enraizamiento cambia y se ve limitado por los niveles freáticos altos. Por otro lado, los efectos químicos quizá son los de mayor afectación, ya que pueden acumular sales cerca del suelo, cambiar la solubilidad y acumular nutrientes tóxicos para la producción de cultivos. De igual manera, la acumulación de materia orgánica en estos suelos incrementa la desnitrificación y conversión de algunos nutrientes en formas no disponibles. Estos efectos químicos hacen que se escape nitrificantes útiles para la planta, lo que produce acumulación tóxica de nutrientes oxidados (López, 2002).

Trasponiendo estos datos a una reflexión arqueológica, se pudo constatar en los perfiles de suelo que, efectivamente, aquellos de profundidad media y bien drenados actualmente albergan cultivos estables, que coincidentalmente se relacionan con las plataformas artificiales sobre planicies bien drenadas. Estos espacios han sido aprovechados por los indígenas y colonos (1900-actualidad), que han utilizado estos suelos para fines agrícolas intensivos. Salazar (1986: 238) propone una variedad de cultivos en la zona; entre los más representativos están: yuca (*Manihot sp.*), papachina (*Xanthosoma sp.*), banano (*Musa sp.*), maíz (*Zea sp.*), fréjol (*Phaseolus sp.*), maní (*Arachis hypogea*), guayusa (*Llex guayusa*) y barbasco (*Jacquinia pubescens*). En las excavaciones arqueológicas realizadas, se aprecia cierta correspondencia, a pesar de tratarse de períodos distintos. Pagán y Rostain (2014: 317, 319), mediante un análisis de almidones en artefactos líticos (manos) y cerámicos, demuestran una diversificación de plantas para períodos tempranos y tardíos de los sitios Sangay-Huapula y Moravia. Las muestras evidenciaron, para los grupos Upano (400 a. C.-200 d. C), mayor importancia del maíz y el fréjol; mientras que, para los períodos tardíos (Huapula 800-1200 d. C.), la diversidad de plantas de recolección es mucho mayor. Esto refuerza la idea de la selección de espacios con suelos productivos, para cultivos como el maíz, que es una planta sumamente exigente.

## El suelo en la construcción de estructuras Upano

En el caso de las planicies bien drenadas, se comprobó claramente la construcción de plataformas artificiales en la zona poblada de Pablo Sexto, donde los suelos mejor drenados y medianamente profundos, con un grado de evolución Medio (A-

AC - C - E1 - R; 100 - 150 cm de profundidad), se asocian a este indicador material. De igual manera, Pazmiño (2008) muestra una estratigrafía similar de capas (I - II - III), que según sus descripciones corresponderían a los primeros tres horizontes (A - AC - C). Estos datos son significativos, ya que permiten entender cómo estuvo el suelo antes de la construcción de montículos, las estrategias para su construcción y la perturbación de contextos previos.

Una vez conocido esto, se indagó el sistema constructivo de las plataformas artificiales de Pablo Sexto. Rostain (1999: 64), haciendo referencia a las plataformas artificiales de Huapula, menciona una superposición de capas: suelo original con paleosuelo, nivel cultural Upano sobre el paleosuelo gris carbonoso, relleno de construcción, capa de cenizas y nivel cultural Huapula. De igual forma, Porrás (1987) especifica las plataformas como típicos rellenos, sin ofrecer más información. Quizá el registro más elocuente del proceso de construcción de plataformas para Huapula lo tiene Salazar (2000: 53-54), quien manifiesta la construcción de plazas y plataformas al mismo tiempo; estas fueron constituidas por material excavado a 1 o 2 m de profundidad, acumulado todo el material a los extremos para levantar las cuatro plataformas de un patrón, sobre una plaza cuadrangular o rectangular. El proceso consistía en poner pesados bloques de «lodo» negro, gris y amarillo, para así dar forma a la estructura que, eventualmente, sería cubierta con material sobrante de la excavación de canales y caminos.

En el perfil de la Plataforma 1 de Pablo Sexto, se puede evidenciar al menos tres ocupaciones que fueron registradas horizontal y verticalmente. Se aprecia un horizonte A con evidencia de material Corrugado y Upano Rojo entre Incisiones, un horizonte C, amarillento, con cerámica Roja entre Incisiones, que cubre un pequeño estrato (E1) de 15 cm, con evidencia de material de relleno, para nuevamente evidenciar un horizonte C, con cerámica Upano Beige-Gris, con incisiones y barnizado al interior; bajo este horizonte, se evidencia una sola unidad constructiva (E2). Esta unidad es compacta y presenta material de relleno en forma de «bloques», superpuestos indistintamente. Estos «bloques» respondían a un tipo de suelo y estrato específico y, por tal motivo, se realizó un dibujo particularizado del perfil, con su asociación correspondiente al tipo de suelo: los «bloques» negros responden a un horizonte A; los café oscuros, a un AC; los amarillentos, a un C y los grises al Estrato 1 de arcillas halloysíticas.

En cuanto a los suelos y estratos bajo el gran relleno, se visualiza un estrato más fino de horizontes mezclados (A - AC - C) y restos de halloysita, que contenía exclusivamente cerámica Naranja entre Incisiones. Bajo este estrato, se pudo registrar una capa de arcilla (E4), homogénea y apisonada; consecutivamente, se presenta un horizonte C, homogéneo, con inclusiones de ceniza, que serían evidenciadas de mejor forma en los estratos E5 y E6; bajo estas capas, se encontró un paleosuelo (P1) que se asentaba sobre una franja roja dura (E9), para nuevamente ver un horizonte C del P1. En estos dos últimos suelos sepultados, se observa cerámica

Naranja entre Incisiones, con punteados negros al exterior. Dicha estratigrafía ha sido reportada para el caso de Huapula, donde Rostain (1999) hace una clara mención, pero le atribuye mayor antigüedad.

En el caso particular de Pablo Sexto, la edificación de plataformas presenta al menos tres fases constructivas. La decisión habría consistido en el sepultamiento de un horizonte (A) estable, en este caso el P1, con material arcilloso característico del horizonte (C), que posee restos de ceniza (E6 y E5). Luego, se aprecia otro horizonte (C), para posteriormente ser compactado con un estrato de halloysita. A esto se agregó material más fino de relleno y, finalmente, se habría elevado la plataforma a 2 m, con material de relleno más grueso, sobre el cual se encuentran ocupaciones claras por parte de la cerámica Beige con Incisiones y Barnizado Negro al interior. Después, hubo una adecuación de la plataforma, que consistió en colocar una capa de 15 cm de relleno grueso (E1), con secciones quemadas, sobre la cual se aprecia cerámica Roja entre Incisiones, correspondiente a los últimos Upano que la habitaron. Siglos después, estas estructuras fueron ocupadas por grupos con cerámica Corrugada.

Al parecer, la construcción de dichas plataformas fue rápida y, en el caso de la Plataforma 1, se aprecia un sepultamiento intencional de material cerámico Naranja entre Incisiones (17-125 d. C.), para levantar las plataformas y ser ocupa-

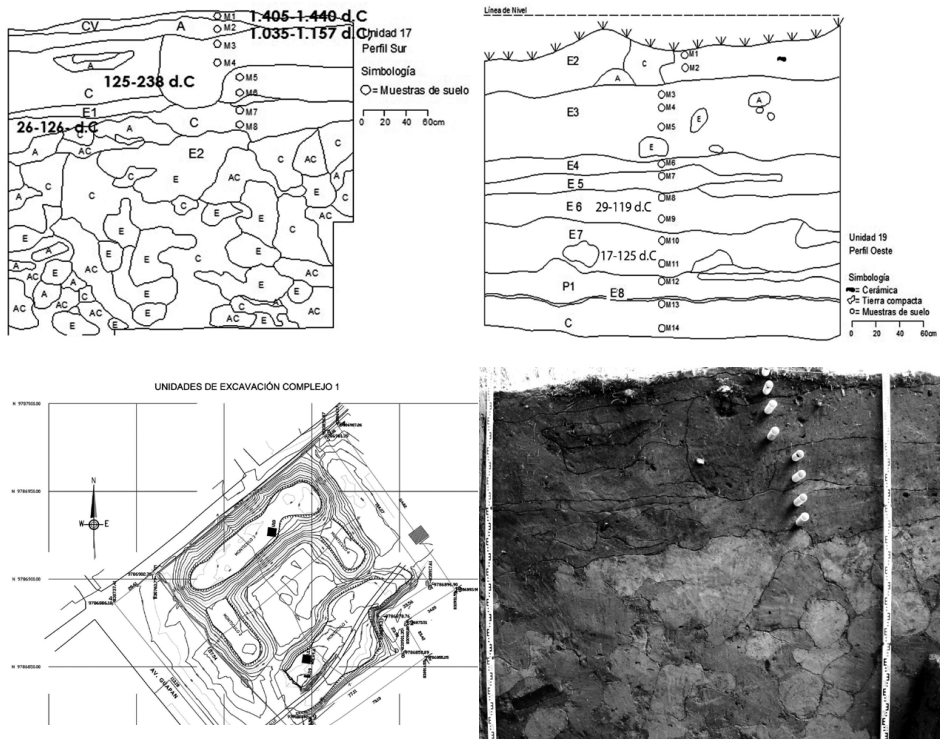


Figura 5. Perfiles plataforma artificial 1 y planimetría plataformas artificiales de Pablo Sexto (INPC).

das por un estilo cerámico Beige con Barnizado al interior (26-126 d. C.). A continuación y con fechados próximos, se presenta la ocupación de grupos con cerámica Roja entre Incisiones (125-238 d. C.), que adecuaron nuevamente la plataforma con material de relleno, de 15 cm de espesor aproximadamente, para finalmente ser desocupada hasta la llegada de los grupos con cerámica Corrugada, entre el 1036-1157 d. C. hasta el 1405-1440 d. C.

## Conclusiones

La Geoarqueología cada vez se hace más necesaria para entender no solo los procesos de formación de sitio, sino las relaciones entre el ser humano y el medioambiente como una unidad, que no parece hacer distinción clara entre naturaleza y cultura. Para el caso de los grupos estudiados en este trabajo, se aprecia diferentes alternativas en el uso de las geoformas y del suelo; de igual manera, se ha podido constatar las bioturbaciones y los factores antrópicos que generan alteraciones en el registro arqueológico.

Respecto al registro y las interpretaciones preliminares de factores edafológicos en el uso del suelo, se puede apreciar una dinámica fuerte entre propiedades edáficas y geoformas, que ofrecen mayor estabilidad en los suelos para el aprovechamiento humano. A su vez, es importante recalcar la presencia de suelos negros (tierras pretas) en geoformas acondicionadas y en plataformas artificiales, que, de una u otra manera, obligan a darle mayor importancia a la ecología, donde las ciencias de la tierra, la arqueología y la antropología ofrecen explicaciones paralelas y alternas a los modelos clásicos que se han venido utilizando en la arqueología ecuatoriana.

## Bibliografía

- Arroyo, M. y Ugalde, M. F. (2015). *¿Suelos Antrópicos Negros en el Oriente Ecuatoriano? Reconocimiento y Prospección Arqueológica de la Región Adyacente al río Napo*. Quito: Instituto Nacional de Patrimonio Cultural.
- Bes de Berc, S. (2003). *Tectonique chevauchement surrection et incision fluviale (exemple de de la zone Subandine equatorienne, Haut bassin amazonien)*. (Tesis inédita de doctorado). Université Toulouse III – Paul Sabatier, Toulouse.
- Custode, E. y Viennot, M. (1986). Evaluación de algunas características físicas y químicas de los suelos recientemente cultivados en la Región Amazónica del Ecuador. *Cultura, Revista del Banco Central del Ecuador*, 371-382.
- Custode, E. y Spurdatt, M. (1986). Paisajes y suelos de la Amazonía ecuatoriana: entre la conservación y la explotación. *Cultura, Revista del Banco Central del Ecuador*, 325-2337.
- Heckenberger, M., Petersen, J. y Neves E. (1999). Village Size and Permanence in Amazonia: Two archaeological Examples from Brazil. *Latin American Antiquity*, 10(4), 353-376.
- López, R. (2002). *Degradación del suelo, causas procesos, evaluación e investigación CIDIAT*. Mérida.
- Neves, E. (2000). O Velho e o Novo na Arqueología Amazônica. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia Universidade de São Paulo*, (44), 86-111.
- Neves, E.G., Peterson, J. B., Bartone, R. N. y da Silva, C. A. (2003). Historical and socio cultural origins of Amazonian Dark Earths. En J. Lehmann, D. C. Kern, B. Glaser & W. I. Woods (Eds.), *Amazonian Dark Earths: Origin, Properties, Management* (29-49). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

- Pagán, J. y Rostain, S. (2014). Uso de plantas económicas y rituales (medicinales o energizantes) en dos comunidades precolombinas de la Alta Amazonía ecuatoriana: Sangay (Huapula) y Colina Moravia (c. 400 a.C.-1200 d.C.). En Rostain, S. (Ed.), *Antes de Orellana: Actas del 3er Encuentro Internacional de Arqueología Amazónica*. Quito: IFEA, FLACSO, Embajada de EE. UU.
- Pazmiño, E. (2008). *Análisis cerámico del sitio La Lomita, Morona Santiago, Ecuador*. (Tesis inédita de licenciatura). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.
- Pinzón, A y Amezquita, E. (1991). Compactación de suelos por el pisoteo de animales en el pastoreo en el pie de monte amazónico de Colombia. *Pasturas Tropicales*, 1(2), 21-26.
- Porras, P. (1987). *Investigaciones arqueológicas a las faldas del Sangay*. Quito: Artes Gráficas Señal.
- Rostain, S. (1999). Secuencia arqueológica en montículos del valle Upano en la Amazonía ecuatoriana. *Bulletin de l'Institut français d'études andines* 28(1), 53-89.
- Salazar, E. (1986). *Pioneros de la Selva*. Quito: Banco Central del Ecuador.
- Salazar, E. (2000). *Pasado precolombino de Morona Santiago*. Macas. Quito: Casa de la Cultura Ecuatoriana, Benjamín Carrión.
- Sourdat, M y Winckell, A. Los Paisajes de la Amazonía Ecuatoriana. En Winckell, A. (Ed.), *Los Paisajes Naturales del Ecuador*. Quito: IPGH & ORSTOM.
- Weng, C., Bush, M. y Athens, S. (2002). Holocene climate change and hydrarch succession in lowland Amazonian Ecuador. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 120, 73 - 90.
- Wischmeier, W. H. y Smith, D. D. (1958). Rainfall energy and its relationship to soil loss. *Trans. AGU*, 39, 285-291.

# Sitios arqueológicos del período Formativo en el norte de Quito afectados por cenizas volcánicas

---

*Victoria Dolores Domínguez Sandoval\**

## **Introducción**

En el presente estudio, se da a conocer las conclusiones de los sitios en el marco de dos proyectos: el primero, una prospección arqueológica llevada a cabo en la Cuenca de Quito en 2003-2004 y, el otro, una excavación de rescate durante varias temporadas en 2009, 2010 y 2011, a cargo del Instituto Metropolitano de Patrimonio, ex FONSA. Ambas investigaciones permitieron delimitar la presencia de dos asentamientos humanos tempranos que fueron tapados por tefra volcánica y confirmaron que estas ocupaciones aborígenes fueron interrumpidas.

El área de investigación se halla fuertemente afectada por las erupciones volcánicas. Estos productos eruptivos alcanzaron grandes alturas y produjeron extensas capas de cenizas. El desarrollo de los pueblos aborígenes andinos en esta zona ha dependido de los efectos erosivos de los volcanes circundantes. Estos efectos trajeron como consecuencia la eventual migración de las sociedades antiguas, en busca de superficies adecuadas donde pudieran cultivar y alimentarse. Muchas de estas erupciones explosivas están asociadas a los volcanes Pululahua, Guagua Pichincha, Ninahuilca (Atacazo) y Quilotoa, que tuvieron erupciones fuertes en los últimos 7000 años (Hall y Mothes, 1998).

## **Metodología**

Para el presente análisis, se realizaron comparaciones entre las columnas estratigráficas de los dos sitios y así se definió la secuencia cultural. Además, se hizo un análisis cerámico y un análisis de C14 de tres fechas para el sitio Tagshima y cuatro para Tajamar, que fueron enviadas al laboratorio de Beta Analytic.

La correlación de los datos estaba apoyada, como ya se mencionó, en la estratigrafía de los sitios Tagshima y Tajamar, el análisis del contexto y las fechas absolutas de las capas culturales.

## **La cuenca de Quito**

En la cuenca de Quito, las erupciones más importantes durante el período Holoceno fueron ocasionadas por el Pululahua (2300 a AP), Guagua Pichincha

---

\* Consultora en arqueología. vic.dominguez.sandoval@gmail.com

(1660 d. C.), Ninahuilca (2270 a AP) y el volcán Quilotoa (hace 800 años, siglo XII), entre otros (Vallejo, 2011) (Figura 1).

### **Complejo Volcánico Pululahua**

El Pululahua está ubicado a 20 km al norte de Quito. Es un complejo de domos volcánicos (dacita anfibólica), construido sobre el basamento cretácico de la Cordillera Occidental, con una caldera formada entre 2600-2400 años AP (Andrade, 2002). La caldera de 4 km de diámetro, abierta hacia el oeste, es el rasgo dominante de este volcán. Su estilo eruptivo siempre ha sido explosivo, como lo atestiguan sus depósitos de flujos piroclásticos y caídas plinianas, que dan una edad de 11 350 años AP para el evento PUL3 y llaman PUL1 al último evento de 2305 años AP (Hall y Mothes, 1998).

### **Complejo Volcánico Pichincha**

El Complejo Volcánico Pichincha está ubicado en la Cordillera Occidental (Figura 1), inmediatamente al occidente de la ciudad de Quito. Su cráter activo se encuentra a solo 11 km del centro de la ciudad. Comprende varios edificios volcánicos sucesivos, construidos sobre las series volcánicas de edad Pliocénica de esta parte de la cordillera (Geotérmica Italiana, 1989). El Rucu Pichincha (diámetro aproximado de 23 km) es un gran edificio volcánico efusivo, compuesto de andesitas piroxénicas, cuya actividad terminó en el Pleistoceno. En cambio, el Guagua Pichincha es uno de los volcanes más jóvenes del Complejo Volcánico Pichincha. Posee una caldera que se orienta hacia el lado oeste. Se ha caracterizado por caídas de lapilli, flujos piroclásticos y lahares, que se derraman hacia los flancos occidentales (Vallejo, 2011).

### **Ninahuilca (Atacazo)**

El Atacazo-Ninahuilca, con su edificio principal llamado Atacazo, tiene 1.3 millones de años. Los domos más jóvenes han presentado actividad de aproximadamente 12 000 años AP. Evidencias de estos flujos piroclásticos se pueden apreciar en la vía Santo Domingo y en la parte sur de Quito. En el flanco suroriental del antiguo estratovolcán andesítico Atacazo (Cordillera Occidental), se encuentra el complejo dómico del Ninahuilca. Su estilo eruptivo es altamente explosivo, por la composición dacítica de domos, los flujos piroclásticos y las caídas plinianas. Se resume la historia eruptiva en seis períodos, donde la última erupción ocurrió hace 2370 años AP (Maruri, 1993; Almeida, 1996).

### **Volcán Quilotoa**

Es un ejemplo de volcanismo dacítico en un lago cratérico. Está ubicado al oeste de la ciudad de Latacunga. Ha tenido una serie de erupciones plinianas, a intervalos comprendidos entre 10 000 y 15 000 años. Se caracteriza por una actividad

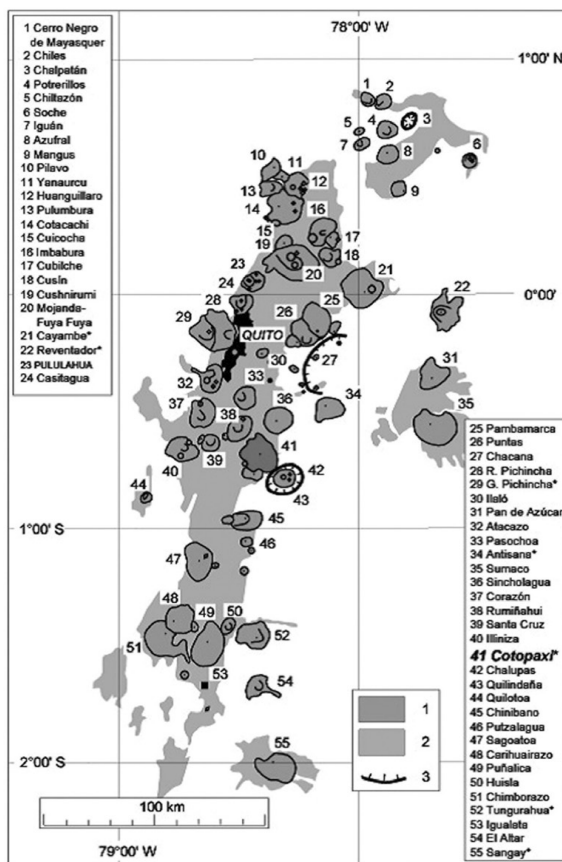


Figura 1. Distribución de volcanes en los Andes ecuatorianos.  
Fuente: Tomado de Hall y Mothes, 1998.

freato-magmática, seguida de caídas de lapilli, pómez y flujos de ceniza. La última erupción tuvo lugar hace aproximadamente 800 años (siglo XII) y se produjeron grandes flujos piroclásticos de pómez y un depósito de caída, que se encuentra distribuido a lo largo del norte del país (Hall y Mothes, 1998).

En la cuenca de Quito-San Antonio-Guayllabamba, se ha reportado una gama de sitios arqueológicos, que han sido cubiertos por depósitos piroclásticos; ejemplos de estos han sido registrados en los sitios de Nueva Era y Nambillo, al noroccidente de Quito (Lippi, 1998), en los sitios de Puerto Quito y Pedro Vicente Maldonado (Domínguez *et al.*, 2003).

### Ubicación de Tagshima y Tajamar

El sitio Tagshima (Z3B1-165), con una extensión de 50 ha, se ubica en la ladera sur de la loma Casitagua, en San Isidro de Huaiyachul Alto, parroquia Pomasqui, desde las coordenadas 9994222N/0779200E a 9994484N/0779198E, y entre los 3052 y 3128 metros sobre el nivel del mar (Figura 2). Está flanqueado por dos quebradas secundarias en sentido este-oeste, que se unen para formar una quebrada



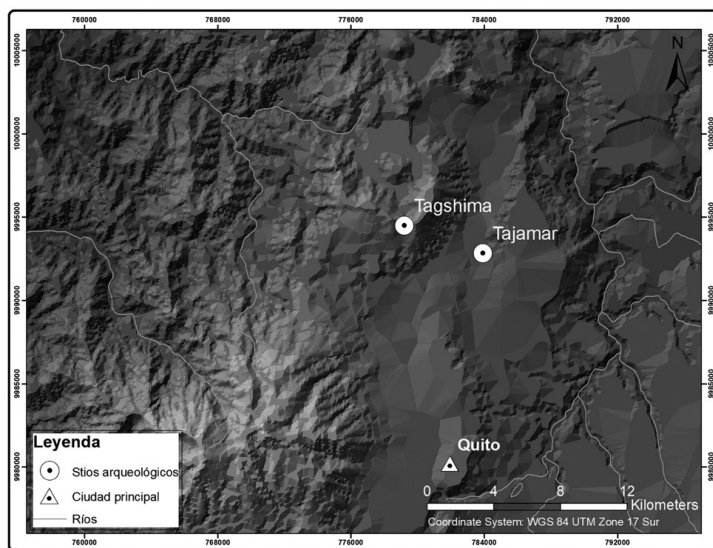


Figura 2. Ubicación de los sitios Tagshima y Tajamar.

principal que lleva el mismo nombre del sitio. Está localizado en la zona de bosque muy húmedo Montano (bmhM) y se caracteriza por tener suelos derivados en parte de ceniza volcánica y de material sedimentario, como limos. Presenta una precipitación anual de entre 1000 y 2000 milímetros.

El sitio Tajamar (Z3B1-017), con una extensión de 30 ha, se localiza en la parroquia Pomasqui, en una explanada amplia al pie del río Monjas, flanqueada por una colina baja hacia el lado este, entre las coordenadas 9993244N/0783989E y 9992820N/0783916E, desde los 2520 a 2530 metros sobre el nivel del mar, en el sector denominado como Ciudad Bicentenario (Figura 2). Este sitio está ubicado en la zona de bosque seco Montano Bajo (bsMB), que abarca tanto llanuras como barrancos. Presenta precipitaciones entre los 500 y 1000 milímetros. Ocupa terrenos de declive moderado con suelos superficiales (Cañadas, 1983).

## Procesos de ocupación

### *Tagshima*

El sitio arqueológico Tagshima fue registrado en la prospección arqueológica del Bloque C, del Distrito Metropolitano de Quito, en 2004. Es un asentamiento en media ladera, que domina parte del valle de Pomasqui y la cuenca norte de Quito (Domínguez *et al.*, 2004). En la superficie de esta media ladera, se definió la presencia de restos cerámicos (tardíos y coloniales) y líticos, asociados a la última ocupación aborígen sobre un suelo erosionado de origen volcánico. En este sitio, se encontró un perfil de 8 m de profundidad, donde se pudo determinar una secuencia cultural, que partió desde el período Formativo interrumpido por sedimentos volcánicos hasta su reocupación en el período de Integración.

El perfil registró una secuencia de 26 capas (naturales y culturales), de los cuales 14 eran sedimentos volcánicos y los tres últimos eran cangahua alternada con pómez. Las dos primeras capas comprendieron suelos erosionados, donde se registraron restos cerámicos asociados al período de Integración. Desde la tercera a la 16, estaban compuestas por una serie de capas naturales de pómez y cenizas volcánicas con espesores de 8 a 28 cm, que cubrían una profundidad aproximada de 1,80 m (Figura 3).

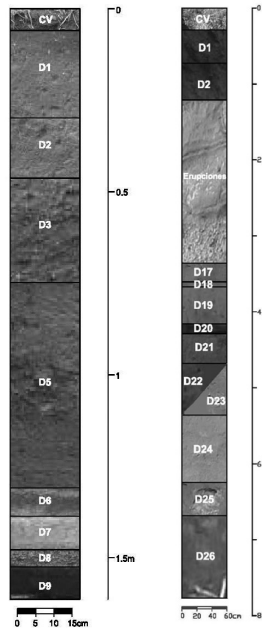
Debajo de los sedimentos volcánicos, a una profundidad de 3,90 mb/s, se definieron capas franco arenosas con presencia de restos artefactuales líticos, asociados a escasos fragmentos de carbón vegetal definido como capa 18. Igualmente sucedió con la capa 17. Asociados a estas capas, se registraron fragmentos de cerámica, obsidianas y litos. Continuando con la estratigrafía a 4,00 mb/s, se definió la capa 19 que es otro sedimento arcillo arenoso.

La capa 20, que se registró a 4,26 mb/s, comprendió un suelo compacto o superficie de uso asociado a cuatro moldes de poste de 20 cm de diámetro por 40 cm de profundidad, en un área de 3 metros de largo por un espesor aproximado de 10 cm, que tal vez formó parte de una estructura habitacional, donde se halló evidencia de cerámica, lítica y carbón. A 4,38 mb/s, se definió la capa 21, que presentó un espesor de 34 a 82 cm. Tanto la capa 20 como la 21 constituyen el nivel medio de ocupación del sitio, de donde se recuperaron seis lascas de obsidianas. La capa 22 presenta las mismas características que la capa 23, pero menos orgánica, es cortada por este.

La capa 23, que apareció a 5,20 mb/s, también estaba compuesta por un suelo franco arenoso, donde se observó carbón vegetal y restos líticos (11 obsidianas), ocho de estos son lascas pequeñas de 2 cm de largo. Asociado a estos elementos, se recuperaron piedras naturales con evidencia de alteración térmica, lo que revela a priori la presencia de un probable campamento. Las últimas capas estériles, que se registraron a una profundidad de 6,20 mb/s, estaban compuestas por cangahua que se combina con ceniza.

La muestra lítica de este perfil comprendió 18 elementos, de los cuales solo 15 fueron diagnósticos (2 núcleos y 13 lascas), herramientas que fueron extraídas con la técnica de presión y percusión. En la capa 18, la lasca de obsidiana presentó la evidencia de haber sido utilizado como cepillo. En la capa 20, se registró un núcleo y un posible cuchillo de basalto. En cambio, en la capa 21, se recuperó un núcleo de obsidiana y tres lascas sin huellas de uso. Por su parte, en la capa 23, se registraron escasas ocho lascas, dos de ellas con huellas de uso. Las lascas obtenidas de las capas 18 y 20 se asocian a contextos domésticos, mientras que las de la capa 23 provienen de contextos no tan definidos, por lo que se presume para este sitio una posible área de extracción de lascas pequeñas de obsidiana y basalto.

Estudios detallados de los suelos determinaron que la capa 18 se trata de un suelo franco arenoso de *ph* neutro, con alto contenido en fósforo, potasio, calcio y magnesio. Lo mismo sucede con las capas 20 y 23, donde se observa un contenido



Figuras 3. Columnas estratigráficas de los sitios Tagshima y Tajamar.

medio de fósforo, potasio, calcio y magnesio. Para ambos casos, se determinan que son suelos de moderada fertilidad.

### **Tajamar**

Es un asentamiento multicomponente, que se ubica al pie del río Monjas. Actualmente, yace bajo la construcción de una mega urbanización moderna denominada Ciudad Bicentenario (Domínguez, 2009).

La estratigrafía del sitio estaba compuesta por 10 capas. La primera, que asoma a 6 cmb/s desde la capa vegetal, es suelo limo arenoso con restos de cerámica y lítica; luego, la segunda capa —a 30 cmb/s— se caracteriza por un suelo limo arenoso que se entremezcla con ceniza, donde se registró la mayor densidad de elementos culturales, como concentraciones de cerámica, vasijas *in situ*, estructuras habitacionales, basureros, tumbas, etc. Es de anotar que la capa 3 no se aprecia en todo el sitio. La capa 4, que se registró a 47 cmb/s, es otro suelo que presenta textura arenosa con intrusiones de pómez retrabajada, donde también se anotaron evidencias culturales. La capa 5, que se halló a 76 cmb/s, es un suelo igualmente arenoso donde se registraron contextos funerarios. A 1,26 mb/s, la capa 6 comprende una superficie compacta de ceniza de color 5Y 8/1 white, con un espesor de entre 4 y 10 cm. Debajo de la ceniza, a 1,30 mb/s, lo que se define es una capa de tefra (7) de color 2.5Y 8/1 white y de 20 cm de espesor (Figura 3).

De la capa 8 a la 10 son suelos de color café (2.5Y 3/2 very dark grayish brown, 2.5Y 3/3 dark olive brown, 2.5Y 6/3 dark yellowish brown, y 2.5Y 5/4 light olive

brown), de textura limosa suave y limo arenosos, que presentan espesores entre 10 y 20 cm respectivamente. Es donde se recuperaron restos cerámicos, líticos, obsidianas y carbón, el primero aparece a 1,50 mb/s (Figura 3). Estas capas han sido asociadas a la ocupación Formativa, que fue tapada por tefra volcánica y dio fin a la ocupación temprana del sitio.

### ***El contexto temprano de Tajamar***

La ocupación temprana de Tajamar que se halló bajo la tefra volcánica se registró en las capas 8, 9 y 10, en las manzanas 5, 6, 7 y, escasamente, en las 7, 17 y 18. Las evidencias definidas fueron pisos de ocupación, fogones, áreas de desechos, concentraciones de obsidiana, concentración cerámica, piso quemado y escasos entierros, que presentaron un patrón diverso. Uno de ellos estaba extendido y los otros dos se registraron en una pequeña fosa circular de paredes cilíndricas, con escasos huesos humanos sin ajuar funerario alguno. Además, se hallaron huesos de animal, churos, fragmentos de cerámica (bordes asociados a botellas, cuencos y ollas), pulidores de pómez, carbón y concha prieta. Uno de los ejemplos importantes de la ocupación temprana en las capas 9 y 10 fueron los restos de dos estructuras habitacionales de forma circular, con un fogón en el centro. Estas estructuras estaban compuestas de hoyos de postes, que medían entre 14 y 18 cm (Figura 4).

De un universo de 4553 fragmentos, la cerámica diagnóstica estaba compuesta mayoritariamente de cuencos, ollas y botellas, probablemente, utilizados para el servicio de alimentos, la preparación de bebidas y el almacenamiento. Las formas reflejan funciones exclusivamente domésticas. Los cuencos son más frecuentes, puesto que comprenden recipientes de uso diario para servir los alimentos; sin embargo,



Figura 4. Huellas de la vivienda circular temprana en Tajamar.

demuestran una alta variabilidad de formas con paredes rectas y base redondeada, cuya decoración es inciso en línea fina en sentido horizontal. Las botellas también son recurrentes en esta colección y permiten entrever que estas sirvieron para el traslado de líquidos. A todo esto se suman fragmentos de cuencos de piedra.

La decoración de la cerámica es plástica, muestra punteado, inciso en líneas finas, pintura roja y aplique. Hay que resaltar la presencia de la forma VII de vasijas de Cotocollao (Villalba, 1988), no obstante, en su lugar no presenta punteado, sino que evidencia aplique.

En la industria lítica, se prefiere la explotación de la obsidiana oscura, misma que debió ser adquirida de los yacimientos de Quiscatola y Mullumica. Por otro lado, la presencia de concha prieta supone que la explotación se dio para el consumo interno y la elaboración de herramientas, que debieron haber ayudado en la preparación de alimentos o en la caza de animales. Estos productos fueron obtenidos a través de un intercambio a larga distancia con los pueblos de la Costa.

Durante la ocupación temprana de Tajamar, el asentamiento estaba circunscrito al lado este del sitio. Los restos culturales con rasgos utilitarios demostraron la existencia de una aldea doméstica, basada preferencialmente en la explotación del maíz y combinada con el consumo de concha prieta.

La dispersión de los contextos culturales observados en el sitio permite vislumbrar que se trata de una pequeña aldea donde se desarrollaron actividades cotidianas, que posiblemente fue abandonada cuando se produjo una erupción volcánica. Probablemente, el sedimento encima de la capa cultural 8 estuvo asociado a la última erupción del volcán Pululahua, alrededor de los 2400 años AP, misma que alcanzó entre 10 y 30 cm de espesor en Tajamar y que también tapó la ocupación Formativa de Cotocollao (Villalba y Alvarado, 1998). Este sedimento compuesto por ceniza afectó el todo el lado norte de la cuenca de Quito. Luego de la erupción volcánica, el sitio volvió a ser ocupado en el período de Integración, el cual está asociado a las capas superiores 2, 3, 4 y 5.

En resumen, se trata de un poblado pequeño nucleado de 16 398 m<sup>2</sup>, ubicado en un área estratégica que permitió el control de otros espacios, sobre todo los relacionados con las bocas de montaña. Fue un asentamiento con escasas viviendas dispersas e, igualmente que Cotocollao, sin ningún orden lógico de disposición de las áreas de ocupación internas del sitio. A diferencia de las casas cuadradas del sitio Cotocollao, que se asocia al Formativo Tardío (Villalba, 1988), las de Tajamar son de forma circular, con postes de troncos de árboles y un poste central, que debió haber sostenido la cubierta; posiblemente, su techumbre era de paja.

## Discusión

En los sitios Tagshima y Tajamar, se han identificado varios sedimentos volcanoclásticos –como téfras y cenizas– entre las capas culturales, que ha determinado la historia de cada uno de ellos. Los más profundos están sobre la ocupación temprana de ambos

sitios (Domínguez, 2011), con excepción de Tajamar, donde se evidencia una erupción posterior que puede ser atribuida posiblemente a la erupción del Quilotoa (siglo XII).

Las tefras volcánicas observadas en ambos sitios arqueológicos se apoyan en las fechas radiocarbónicas, que marcan la temporalidad de las ocupaciones correlacionadas con el análisis de la cerámica. En el caso de la tefra post-Cotocollao, la posible erupción corresponde al complejo volcánico Pululahua, con una fecha aproximada de 2400 años AP.

Correlacionando estos datos, se puede presumir que la erupción del Pululahua ocasionó un sedimento de tefra que devastó no solo la cuenca de Quito, sino que llegó hasta la Costa pacífica. De esta manera, destruyó las ocupaciones aborígenes de esta zona. A raíz de este cambio, los sitios estudiados no demuestran continuidad de ocupación, sino que evidencian un hiato hasta su reocupación en el período tardío alrededor de los 600 d. C., como se ha definido en Tajamar (Domínguez, 2011).

### Análisis de las fechas radiocarbónicas

La primera muestra de C14 de Tagshima es de la capa 17; está asociada al período intermedio del Formativo, con una fecha de 3200 $\pm$  60 AP (BETA-192404), y se relaciona con tres fragmentos de cerámica, uno de ellos es un asa de botella.

La muestra de la capa 20 proviene de una superficie de uso con hoyos de postes, asociada a cerámica, un núcleo y cuchillo de basalto, que data de 3110  $\pm$  40AP (BETA-192402). En cambio, la capa 23 fechó 4140  $\pm$  40 AP (BETA-192403), estaba asociada a pequeños fragmentos de obsidiana y, aparentemente, fue una superficie abierta de trabajo.

Las cuatro muestras de carbón de Tajamar arrojaron varias fechas. La primera de la capa 9 (unidad 83) arrojó 2780  $\pm$  50 AP (BETA 257776). La otra fecha obtenida proviene de un fogón (R19) de la unidad 106, que dató 2700  $\pm$  50 AP (BETA 257775). La tercera muestra de la unidad 63, asociada a la capa 8, arrojó 2740 $\pm$  40 AP (BETA 299414) y la última, que precedía de la unidad 189 —también de la capa 8—, con una fecha alrededor de 2820  $\pm$  50 AP (BETA 299415). Esto indica que el sitio fue ocupado en los últimos momentos del período Formativo. Aunque todas las

Tabla 1. Fechas C14 de los sitios del norte de Quito.

Sitio	Depósito	Período	Código	Fechas
Tagshima	D17	Formativo	BETA 192402	3110 $\pm$ 40BP
	D18	Formativo	BETA 192404	3200 $\pm$ 60BP
	D20	Formativo	BETA 192403	4140 $\pm$ 40BP
Tajamar	D8	Formativo	BETA 299414	2780 $\pm$ 40BP
		Formativo	BETA 299415	2820 $\pm$ 50BP
	D9	Formativo	BETA 257776	2780 $\pm$ 50BP
		Formativo	BETA 257775	2700 $\pm$ 50BP

fechas presentaron un rango de variabilidad, este es relativamente pequeño y se puede ubicar a esta ocupación alrededor de 2820 +/- 50 AP (BETA 299415) (Tabla 1).

## Conclusiones

El esfuerzo por sistematizar y dar un soporte empírico más riguroso a estas observaciones condujo a un análisis comparativo de los eventos en los dos sitios, con el fin de entender que los pueblos formativos desaparecieron debido a las erupciones volcánicas acaecidas.

La presencia de tefras en ambos sitios arqueológicos demuestra la existencia de varios eventos volcánicos grandes, cuyas caídas de cenizas se extendieron por el lado norte de la cuenca, que produjeron cambios en el registro arqueológico posteriormente. Estos eventos volcánicos ocasionaron catástrofes naturales y, sin duda, afectaron fuertemente la vida cotidiana de los habitantes de esta región, a tal punto que ocasionaron el abandono de los sitios por un largo tiempo. A su vez, motivaron un proceso de migración poblacional hacia los valles, como ejemplo está la ocupación de Jardín del Este (Buys y Domínguez, 1988), debido a que estas áreas sufrieron una serie de emanaciones contaminantes, producto de las actividades volcánicas.

La caída de cenizas volcánicas no solo termina con los asentamientos humanos, sino con el medioambiente, pues destruyen los sistemas de riego y las cosechas, contaminan los recursos hídricos, entre otros efectos. Estos dos asentamientos habrían desaparecido durante la erupción del volcán Pululahua, hacia el año 2400 AP. Esta erupción habría generado capas de ceniza, que dificultaron el uso de los suelos y cubrieron grandes espacios del territorio, pues se extendieron por toda la cuenca norte de Quito y por el noroccidente de Pichincha, hacia los valles de Tulipe y Mindo. Según los estudios, el sitio Nueva Era, al noroccidente de la provincia, fue cubierto por una serie de capas de material volcánico de 230 cm de espesor aproximadamente (Mothes, 1998). Este sitio se caracteriza por el tipo de asentamiento, similar a Cotocollao, con pequeños grupos de viviendas asociados a los campos de cultivo.

Posteriormente a la erupción del volcán Pululahua, el sector habría sido abandonado. Las capas de ceniza del último evento aún no habían sido absorbidas o modificadas por eventos climáticos, cuando el área se vio afectada nuevamente por erupciones volcánicas del Ninahuilca y el Cotopaxi; estos eventos, según los expertos, se dieron entre el 2350 AP y 2260 AP (Hall y Mothes, 1998), impidiendo el desarrollo cultural en la región.

Los estudios realizados sobre erupciones volcánicas en la cuenca están ahora dando luces sobre los momentos de ocupación, en especial, en el período Formativo. Para ambos sitios, los datos comprueban que existe un abandono forzado debido a los eventos volcánicos, como se señala para el caso de Cotocollao (Mothes, 1998). Estos eventos se componen de gases, cenizas y piroclastos.

En fin, el estudio de la composición de las tefras y su atribución a los volcanes de los cuales proceden se debe realizar en colaboración con vulcanólogos del país.

La secuencia de tefras dota a la arqueología de una región y es un marcador temporal relevante.

Finalmente, se hace necesario este tipo de estudio interdisciplinario, para entender mejor los procesos de formación de los sitios arqueológicos de la cuenca de Quito.

## Agradecimientos

El presente trabajo de investigación fue realizado gracias al apoyo del Instituto Metropolitano de Patrimonio, ex FONSAL, al cual quiero dar un profundo agradecimiento por el interés de efectuar estudios en el Distrito. A todos los colegas, asistentes de campo y laboratorio por ser la columna vertebral de este estudio y a todos quienes, de una u otra forma, contribuyeron a la realización del mismo.

## Bibliografía

- Almeida, E. (1996). *Dinámica de las Erupciones del Volcán Ninahuilca. VII Congreso de Geología, Minas, Petróleo y Medio Ambiente*. Quito.
- Andrade, D. (2002). *Estudio geovolcanológico del Complejo Volcánico Pululahua*. (Tesis inédita de Ingeniería). Escuela Politécnica Nacional, Quito.
- Buys, J. y Domínguez, V. (1988). Un cementerio de hace 2000 años: Jardín del Este. En Cruz, I. (Ed.), *Quito Antes de Benalcázar* (31-50). Quito: Centro Cultural Artes.
- Cañadas, L. (1983). *El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador*. Quito: Editores Asociados Cia. Ltda.
- Domínguez, V. (2011). *Proyecto de análisis del material cultural, recuperado de la prospección, excavación y monitoreo en el área de Ciudad Bicentenario - sitio arqueológico Tajamar Z3B1-017 parroquia Pomasqui*. (Informe final). Quito: Informe presentado al FONSAL.
- Domínguez, V. (2009). *Prospección intra-sitio, excavación y monitoreo en el área de Ciudad Bicentenario - sitio arqueológico Tajamar Z3B1-017 (Lado sur) primera parte*. Quito: Informe presentado al FONSAL.
- Domínguez, V., Constantine, A. y Sánchez, F. (2003). *Nuestro pasado a través del derecho de Vía del Oleoducto de Crudos Pesados, desde la Estación Balao en Punto Gordo (Provincia de Esmeraldas) hasta San Tadeo en el Inixio del Altiplano (Provincia de Pichincha)*. Quito.
- Domínguez, V., Chacón, R. y Mejía, F. (2004). *Mapa Arqueológico del Distrito Metropolitano de Quito, Prospección Arqueológica Bloque C*. Quito: Fondo de Salvamento del Patrimonio Cultural del Distrito Metropolitano de Quito.
- Geotérmica Italiana (1989). *Mitigación del Riesgo Volcánico en el Área Metropolitana de Quito*. (Informe final. Reporte No. 97). Quito.
- Hall, M. y Mothes, P. (1998). La Actividad Volcánica del Holoceno en el Ecuador y Colombia Austral: Impedimento al Desarrollo de las Civilizaciones Pasadas. En Mothes, P. (Ed.), *Actividad volcánica y pueblos Precolombinos en el Ecuador* (11-40). Quito: Abya-Yala.
- Lippi, R. (1998). *Una Exploración Arqueológica del Pichincha Occidental - Ecuador*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Museo Jacinto Jijón y Caamaño.
- Maruri, E. (1993). *Estudio vulcanológico del Volcán Ninahuilca, Provincia de Pichincha*. (Tesis inédita de Grado). Escuela Politécnica Nacional, Quito.
- Mothes, P. (1998). *Actividad volcánica y pueblos Precolombinos en el Ecuador*. Quito: Abya-Yala.
- Vallejo, S. (2011). *Distribución de las Cenizas Volcánicas Holocénicas Tardías en la Costa del Ecuador*. (Tesis inédita de Grado). Escuela Politécnica Nacional, Quito.
- Villalba, M. (1988). *Cotocollao: Una Aldea Formativa del Valle de Quito*. Miscelánea Antropológica Ecuatoriana, Serie Monográfica 2. Quito: Museo Banco Central del Ecuador.
- Villalba, M. y Alvarado, A. (1998). La Arqueología del Valle de Quito en Clave Volcánica. En Mothes, P. (Ed.), *Actividad Volcánica y pueblos Precolombinos en el Ecuador* (73-110). Quito: Abya-Yala.



# La cangahua: un depósito pleistocénico con funciones constructivas y de marcador cronológico para la arqueología ecuatoriana

María Fernanda Ugalde Mora\*

## Introducción: composición, origen y cronología de la cangahua

En Ecuador, se conoce con el término genérico de *cangahua* a horizontes cementados, formados por productos piroclásticos finos, depositados como sedimento eólico durante el Pleistoceno o inicios de Holoceno (Vera y López, 1986; Creutzberg *et al.*, 1988; Vera y López, 1992; Zebrowski, 1996). Estos suelos endurecidos —conformados por ceniza volcánica consolidada— son comunes en los valles interandinos entre 1500 y 3500 m. s. n. m., especialmente en la Sierra Norte del Ecuador (Hall 1977; Gaibor y Guano 2012). Las principales características de la cangahua han sido sintetizadas por Vera y López:

Granulométricamente, en términos de suelos y sedimentos, se la define como arena fina variando a limosa y arcillosa. En términos genéticos, corresponde a ceniza y polvo volcánico de origen piroclástico. En cuanto a su composición se caracteriza por cristales enhedrales y subhedrales dispersos en una matriz vítrea amorfa generalmente hidratada y con pocos líticos. Los cristales principales en orden de importancia son: plagioclasa, hornblenda, piroxeno (augita o hiperstena), magnetita y trazas de cuarzo. También son importantes los líticos (pómez y fragmentos lávicos) (Vera y López 1986: 22).

En términos generales, los suelos que se conocen como cangahua se caracterizan por ser de estructura maciza y carecer de estratigrafía interna. Si bien la cangahua es permeable al agua, este proceso ocurre lentamente y, además, no permite la penetración de raíces (Creutzberg *et al.*, 1988). La consistencia es firme cuando está húmeda y muy dura cuando está seca, características relevantes para su uso como material de construcción, pues es a la vez maleable y duradera.

El término *cangahua* fue definido geológicamente por primera vez por Theodor Wolf (1892)<sup>1</sup>, en su ya clásica *Geografía y Geología del Ecuador*, que constituye en buena medida un referente hasta hoy, cuando habla de la composición petrográfica del terreno volcánico. Describe a la cangahua como una toba fina de color

\* Pontificia Universidad Católica del Ecuador. mfugalde@puce.edu.ec

1 Wolf escribe cangagua en lugar de cangahua, y esta pauta ortográfica es seguida por Oberem y sus colegas en las publicaciones relativas a los estudios arqueológicos en Cochasquí, que se reseñarán más adelante. Aquí mantenemos la forma con «h», ya que esa es la que se usa localmente, incluso en la parroquia de ese nombre ubicada en el cantón Cayambe de la provincia de Pichincha. El Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española admite ambas formas.

blanco o amarillento con gran extensión por todo el país volcánico, que «parece ser el producto de la sucesiva descomposición de las andesitas, lavas y tobas, cuyas partículas sumamente finas, llevadas por las aguas de las lluvias y especialmente por los vientos, se depositan en las desigualdades de la superficie terrestre, retenidas también por la vegetación gramínea y herbácea» (Wolf, 1892: 335). Wolf coincide con Estrada y Sauer en que la composición de la cangahua es andesítica y en que su origen es eólico, así como en que se trata de materiales de los interglaciales (Wolf, 1892; Estrada, 1941; Sauer, 1965).

Sobre el origen de la cangahua, en los años cuarenta del siglo XX, el geólogo Abelardo Estrada había establecido la existencia de dos tipos de horizontes bajo lo que se entiende como cangahua, uno de origen eólico y más moderno (Pleistoceno Superior y Holoceno), y otro de origen lacustre y más antiguo (Pleistoceno inferior). Ambos datan, según las observaciones de este autor en el corte del río Chiche (parroquia Pifo, cuenca del río Guayllabamba), de momentos anteriores a la última glaciación (Estrada, 1941: 443). Pero, al referirse al horizonte eólico superficial de la cangahua eólica de Quito, este autor anota que «se nota una buena cantidad de tiestos que demuestran rasgos culturales antiguos, y que están mezclados con la masa geológica de este horizonte. (...) Desde la formación fluvial correspondiente a la IV glaciación, comienza a manifestarse cultura andina» (Ibid.: 477). Lamentablemente, no existe detalle sobre los mencionados «tiestos» en la publicación de Estrada, pero el pasaje citado resulta desconcertante en la medida que afirmaría la existencia de un horizonte con cerámica hacia finales del Pleistoceno en la cuenca del Guayllabamba, lo cual es totalmente improbable desde los conocimientos de la arqueología, ya que la cerámica más temprana que se ha podido identificar en esta zona data de no antes del 1500 a. C. (Villalba, 1988), y se cuenta con dataciones seguras de sitios precerámicos para el 1600 a. C. (Ugalde, 2013a, 2013b).

Por su parte, un estudio reciente menciona una fecha de 35 000 años a. C., para una datación de un horizonte de cangahua investigado en las inmediaciones del parque La Alameda en Quito (Gaibor y Guano, 2012: 4), aunque no se detalla ningún dato sobre la muestra. En general, y aunque no se conocen dataciones exactas, existe un consenso acerca de la ubicación cronológica de los horizontes de cangahua en el Pleistoceno y es por este motivo que, en arqueología, se considera un claro marcador cronológico correspondiente al horizonte denominado estéril o anterior a la ocupación humana de la región (ver sobre esto, por ejemplo, Villalba y Alvarado, 1998: 80).

Ya en el siglo XIX, Wolf hizo algunas alusiones, aunque de índole muy general, a la antigüedad de la cangahua, al anotar que: «La capa de cangagua parece formarse con lentitud, y por esto se halla con preferencia en el terreno volcánico antiguo; no he visto que cubra las tobas volcánicas muy modernas alrededor de los volcanes activos, p. ej. del Cotopaxi» (Wolf 1892: 335). Adicionalmente, observó que «así como en Europa el “Löss” aloja los huesos de los grandes mamíferos antediluvianos

(mamut, rinoceronte, etc.), también la cangagua del Ecuador alto es la formación en que se encuentra la mayor parte de los huesos de mamíferos extinguidos de la época cuaternaria (mastodonte, protauchenia, etc.)» (Ibid.). Esta afirmación es mucho más consistente con los datos arqueológicos que la de Estrada, mencionada anteriormente.

Sobre la datación de estos depósitos de ceniza volcánica endurecida, Zebrowski hace alusión a dos generaciones de piroclastos:

El volcanismo reciente o Cuaternario se caracteriza por la abundancia de emisiones bajo la forma de lavas pero sobre todo de proyecciones piroclásticas. Se distinguieron dos generaciones de piroclastos. Una, calificada de antigua, se inició hace más de 50.000 años y concluyó alrededor del año 11.000 BP, es decir a finales de la época glacial. La segunda, llamada reciente, comenzó en los años 8.000 BP produciendo depósitos históricos.

Las proyecciones antiguas alcanzaron una extensión particularmente importante puesto que cubren, en la parte septentrional del Ecuador, una superficie igual al tercio del país. (...) En las cuencas interandinas, los piroclastos presentan espesores que pueden alcanzar 30 a 40 m, y muy localmente un centenar de metros. Corresponden a emisiones de tipo freatomagmático o a caídas aéreas, a menudo en una alternancia de las dos. Las formaciones llamadas cangagua están siempre localizadas en esos materiales (Zebrowski 1996: 129).

## El uso de la cangagua en contextos arqueológicos

El principal uso que se ha conocido tradicionalmente de la cangagua, tanto en contextos arqueológicos como contemporáneos, es el constructivo. Así, según los investigadores Jorge Juan y Antonio de Ulloa, refiriéndose a la cangagua, dicen que: «Llaman así a la tierra con que hacen los adobes y los unen después» (citado en Vera y López, 1986: 21). No obstante, ha sido posible observar también en nuestras recientes investigaciones un uso adicional otorgado a este material en épocas prehispánicas muy tempranas, como parte del contexto funerario. El estudio se referirá a continuación a estos dos usos registrados en diferentes sitios arqueológicos de la Sierra Norte del Ecuador.

## Cangagua como material constructivo

El uso de bloques de cangagua como material constructivo puede considerarse ancestral y sigue patente, aunque en poca medida. El caso prehispánico más conocido es el de las pirámides de Cochasquí, que se detallará aquí; pero también se ha observado la utilización de bloques de cangagua en otros complejos piramidales del área caranqui, como Puntiaquil (Cordero, 2009) y Zuleta (Currie, 2000; Athens, 2003, 2010), así como en edificaciones defensivas (González *et al.*, 2007). En todos los casos, se trata de contextos del período de Integración, es decir, la ocupación directamente anterior a la presencia incaica en Ecuador.

El sitio arqueológico Cochasquí se encuentra en la Sierra Norte del Ecuador, en la provincia de Pichincha, cantón Pedro Moncayo, a aproximadamente 50 km

al noreste de Quito (Figura 1). Está ubicado en las laderas del volcán Mojanda, a una altura promedio de 2900 m. s. n. m. Se trata de un complejo monumental de montículos artificiales (Figura 2), entre los que se cuentan al menos 15 pirá-

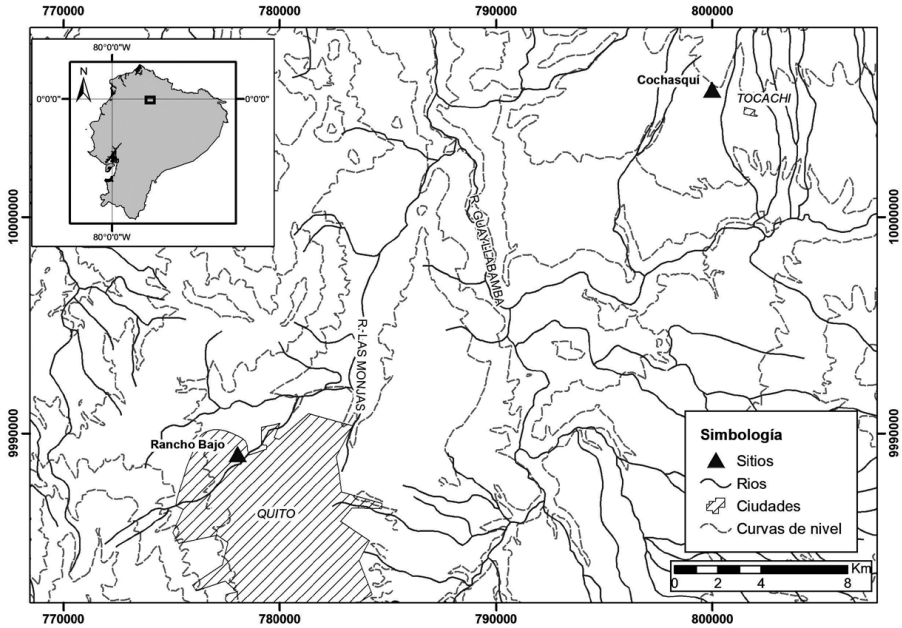


Figura 1. Mapa con ubicación de sitios Cochasquí y Rancho Bajo.



Figura 2. Vista panorámica de montículos artificiales con rampa de Cochasquí (imagen cortesía Heiko Prümers).



*Figura 3. Detalle de bloques de cangahua, que revisten en forma escalonada los montículos artificiales de Cochasquí.*

mides trucas, 9 de ellas con rampa de acceso y 30 montículos hemisféricos de carácter funerario (Wurster, 1989: 12). Su ocupación corresponde al período de Integración, con dos fases fechadas en 950-1250 d. C. (Fase Cochasquí I) y 1250-1550 (Fase Cochasquí II), y pertenece al complejo cultural conocido como Cara o Caranqui, caracterizado principalmente por la presencia de grandes conjuntos de montículos artificiales. Athens ha argumentado que esta cultura material es atribuible a un grupo étnico bien diferenciado y con claros límites geográficos en cuanto a su área de ocupación (Athens, 1997).

El sitio ha sido investigado por Uhle (1933, 1939), Oberem y su equipo (Oberem, 1981; Oberem y Wurster, 1989), así como por Ugalde y su equipo (Ugalde 2015). Las investigaciones tanto de Uhle como de Oberem y su equipo se concentraron en el área monumental y estuvieron encaminadas, principalmente, a dilucidar la función y las técnicas constructivas de los montículos artificiales. La investigación de Ugalde tuvo por objeto conseguir una aproximación al conocimiento de la vida cotidiana más allá de las pirámides, mediante excavaciones en un sector plano aledaño al área monumental. En ambos sectores (monumental y no-monumental), se encontraron bloques de cangahua como parte de contextos arqueológicos.

En cuanto al sector monumental de Cochasquí, está claramente establecida una diferencia funcional que se suma a la diferencia morfológica entre los montículos artificiales denominados pirámides y aquellos referidos en la bibliografía como montículos o túmulos. Estos últimos son de carácter funerario (Wentscher,

1989b) y su construcción responde a un pozo excavado en la matriz (que en parte corresponde al estrato estéril de cangahua), cubierto por una sucesión de estratos de arena y una capa de pómez (Ibíd.: 72). En el pozo fueron colocados el cadáver y las ofrendas<sup>2</sup>, que fueron luego cubiertos por la arena, hasta llegar a construirse montículos de alrededor de 4 m de altura y entre 30 y 40 m de diámetro.

Las pirámides, en cambio, fueron construidas a partir de la acumulación de estratos de tierra<sup>3</sup>, y están recubiertas por grandes bloques de cangahua que les dieron una configuración escalonada (Figura 3)<sup>4</sup>. Este tipo de construcción llevó a Uhle a concluir que se trataría de edificios de la época incaica, ya que le recordó a la mampostería de las construcciones de los incas (Uhle, 1939: 8). En cuanto a las rampas, su estructura se compone de estratos de tierra homogéneos y fragmentos aislados de cangahua (Wurster, 1989: 25). La dimensión máxima de los bloques de cangahua es de 50 x 50 x 50 cm, aunque los hay de diversos tamaños; siendo la mayoría son más pequeños (Ibíd.).

Sobre la función de las pirámides de Cochasquí se ha escrito mucho, aunque pocas de las interpretaciones se basan en los datos arqueológicos<sup>5</sup>. Estos dejan claro que sobre las plataformas de las pirámides se encontraban estructuras techadas, que contenían grandes hornos, por lo que Wurster no descarta una función ceremonial (Wurster, 1989: 62). Nosotros hemos planteado (Ugalde, 2015) que lo más probable es que se tratara de edificios relacionados con la realización de festividades colectivas de índole ceremonial, con base en dos argumentos. Por un lado, la excesiva longitud de las rampas —elemento que en estas condiciones no tiene un carácter funcional, sino que sin duda cumplió con la intención de prolongar el

2 Cabe mencionar aquí que, si bien los montículos excavados responden a un patrón morfológico común, no en todos se encontraron restos funerarios en los pozos. El montículo *a* contenía un esqueleto completo, acompañado por siete calaveras y una serie de ofrendas cerámicas; el montículo *h* no contenía restos óseos ni ofrendas; el montículo *n* presentó ofrendas, pero no se hallaron restos funerarios (Wentscher 1989a).

3 Wurster describe la construcción de los rellenos de la siguiente manera: «Se emplearon alternativamente materiales de relleno completamente diferentes: capas compactas, terrosas o barrosas; material arenoso, guijarroso y relleno que contenía piedra pómez, rocalla de cangahua sin tallar suelta o como sentado compacto, y barro denso compacto, del cual también se componían las diferentes planchas de los pisos. No se pudo comprobar un orden sistemático en la sucesión de las capas, pero llamó la atención que las capas terrosas y arenosas habían sido solidificadas por rellenos de barro superpuestos, y que las capas especialmente movedizas y arenosas que contenían mucho material pómez, estaban atravesadas por numerosos estratos delgados y compactos de barro» (Wurster 1989: 36).

4 Se desconoce si la configuración actual de las pirámides responde a una cobertura de este escalonamiento de paredes de cangahua en el momento mismo de su uso, o si las pirámides durante su tiempo de utilización tuvieron a la vista las paredes de cangahua (y, por tanto, una configuración escalonada). En el primer caso, la cangahua habría tenido una función estrictamente estructural, para dar mayor soporte a la construcción. En el segundo, también una función estética estaría en juego. Wurster, quien tuvo a cargo la excavación de varias de las pirámides de Cochasquí y presenta un informe sumamente detallado sobre la construcción de las mismas, favorece una interpretación en el sentido de la primera opción expuesta; es decir que los muros escalonados de cangahua sirvieron como contrafuerte para contener las capas de relleno del cuerpo piramidal, y resalta que la fácil erosión de la cangahua al estar expuesta a la intemperie vuelve totalmente inapropiado su uso en la fachada (Wurster 1989: 31)

5 Existen varias publicaciones, en su mayoría no redactadas por arqueólogos, que afirman funciones astronómicas para las pirámides y para el complejo de Cochasquí en general. Un resumen de estas posturas y sus representantes, así como la crítica arqueológica a las mismas, puede revisarse en Ugalde, 2015: 59-61, 161-2. Aquí nos restringimos a los datos arqueológicos y las interpretaciones que de ellos se derivan.

acceso a la parte superior de las pirámides, que probablemente se daba en forma de procesión—. Por otro lado, la existencia de los hornos que permitía la preparación de grandes cantidades de alimentos, que suponemos fueron distribuidos entre los asistentes a estas festividades<sup>6</sup>.

Durante nuestras recientes excavaciones en Cochasquí, realizadas en un sector plano aledaño al área monumental (Ugalde, 2015), fue posible registrar dos pequeños bloques de cangahua alineados (que probablemente forman parte de un contexto mayor que aún no hemos podido excavar), junto a una tumba de pozo con lo que parece ser un fardo funerario. No tenemos certeza de la asociación entre ambos rasgos, pero vale la pena dejar sentado aquí que la utilización de bloques de cangahua en Cochasquí no se restringe al área monumental. También Wentscher hace referencia a la presencia de muros de bloques de cangahua en el sector que denominó «pueblo» (Wentscher, 1989b) y que es un espacio localizado al pie de la rampa de la pirámide L, excavado también en el marco del proyecto de Oberem. En este sector se registraron varias tumbas localizadas relativamente cerca de la superficie, sin montículos artificiales y con pocas ofrendas funerarias (Ibid.). Una tumba excavada por nosotros es de características similares (Ugalde, 2015: 81ss), por lo tanto, consideramos que este espacio aledaño al área monumental albergaba un asentamiento en el que probablemente residía la gente que estaba encargada del cuidado y el mantenimiento de las pirámides<sup>7</sup>. Además de la sencillez de las tumbas y las estructuras registradas, habla a favor de esta hipótesis el hecho de que, entre el abundante material cerámico hallado aquí, la gran mayoría correspondía a alfarería doméstica de manufactura local, mientras que en el área monumental se encontraron piezas completas y fragmentos de cerámica importada<sup>8</sup>. Por último, en el sector denominado Ajambi, cercano al área monumental pero fuera de ella, se encontraron restos de cangahua con evidencias de cocción, así como varios muros de grandes bloques de cangahua. Este hallazgo fue interpretado como los restos de una estructura habitacional que se incendió (Cubillos, 1989: 173).

6 Coincidimos con Athens cuando plantea que la presencia de grandes ánforas en estos espacios (y exclusivamente en ellos), como ha sido observado en Zuleta, apunta a la distribución masiva de chicha o alguna bebida similar (Athens, 2010). También, Cordero (2009: 111ss) plantea una interpretación en este sentido, para el montículo excavado por ella en Puntiaichil. Esta investigadora observó que la cerámica hallada en el montículo estaba en su mayoría destinada a servir, mientras que la vajilla recolectada en una zona no monticular del mismo sitio arqueológico se relacionaba sobre todo con actividades de preparación de alimentos (Ibid.: 109).

7 Wentscher expresó sus dudas sobre la función de este espacio como asentamiento, en vista de que los restos arquitectónicos que encontró, es decir, principalmente los muros de cangahua, no serían suficientes para demostrar la existencia de construcciones de vivienda (Wentscher 1989b: 100). Pero se debe mencionar que el trabajo de Wentscher en este espacio se restringió a unos pocos cortes de sondeo. Nuestra investigación nos permitió efectuar más de 100 sondeos en las inmediaciones, pudiéndose reforzar, gracias a diversos contextos registrados, la hipótesis de que se trató de un área de asentamiento (Ugalde, 2015).

8 Nos referimos principalmente a la cerámica denominada Panzaleo o Cosanga, que se encuentra como material importado en gran parte de la Sierra Norte y Central del Ecuador, tanto en contextos domésticos como funerarios. Se ha demostrado que su origen se encuentra en la Cordillera Real, a unos 50 km al oriente de Cochasquí (Fritz y Schönfelder, 1986; Bray, 1995). En el caso de la investigación de Oberem y su equipo, Wentscher notó la ausencia de esta fina cerámica en el sector «pueblo» (Wentscher, 1989b).

Los datos de cronología absoluta obtenidos en forma abundante por Oberem y su equipo demuestran que las pirámides de Cochasquí son de origen caranqui y no inca, como supusiera Uhle (Narr y Schönfelder, 1989). Son parte de la arquitectura propia de esta zona, como se ha observado en otros sitios arqueológicos de data preincaica. Los sitios monumentales de Zuleta y Puntiachil —que cuentan entre los pocos sitios caranqui con pirámides, que han sido investigados a través de excavaciones arqueológicas— presentan igualmente bloques de cangahua como elementos constructivos de las pirámides, aunque lamentablemente no contamos con el grado de detalle con el que han sido expuestos los datos de Cochasquí. Para Zuleta, Athens menciona en algunos pasajes de sus informes de excavación que, como parte de la construcción de los montículos artificiales de este enorme sitio<sup>9</sup>, encontró bloques irregulares de cangahua. Sin embargo, la descripción del hallazgo no apunta a un revestimiento completo y escalonado de la obra de tierra, sino más bien al uso indistinto de bloques irregulares como parte del relleno:

La mayoría de los montículos, incluso los más grandes, parecen haber sido construidos en gran parte como un solo evento como lo demuestra el hecho de que se componen enteramente de un solo relleno de tierra en lugar de depósitos de basura acumulados de reutilización continua. El relleno a veces se delinea en celdas distintas formadas por bloques de cangahua o de otros sedimentos (Athens, 2003: 9).

Hay una sola ilustración de un perfil de excavación, que deja ver la configuración de estos bloques y corresponde a la trinchera 1 del montículo G de Zuleta. Aquí se puede observar que los bloques de cangahua son de forma irregular y tamaños diferentes, y que no se encuentran alineados como en Cochasquí, sino que forman parte del relleno, mezclados con tierra (Athens, 2010; Figura 13).

Para Puntiachil, Cordero indica que en uno de los pozos realizados en la pirámide principal: «Se excavó hasta 245 cm bajo superficie, donde empezaron a aparecer bloques irregulares de cangahua, indicando parte de la construcción de la pirámide» (Cordero 2009: 50). La publicación no cuenta con ilustraciones de los perfiles de este pozo y estas escuetas informaciones no parecen apuntar a un revestimiento completo de las pirámides, como en el caso de Cochasquí, pero sí indican que el uso de la cangahua en contextos constructivos fue común en la sociedad caranqui. Los fechados absolutos ubican cronológicamente a estos dos sitios en el período de Integración Tardío; además, demuestran que las pirámides de ambos son contemporáneas con la fase Cochasquí II, donde se construyeron las pirámides de Cochasquí. Para Puntiachil, Cordero presenta una fecha de 1435 d. C. (Cordero 2009: 83). Para Zuleta, Athens cuenta con la datación de una muestra proveniente de una plataforma de una de las pirámides, que sitúa a esta estructura entre 1294 y 1391 d. C. (Athens, 2010: 20).

<sup>9</sup> Zuleta es el sitio más grande que se ha registrado en el área caranqui. Cuenta con 148 montículos artificiales, entre ellos 13 con rampa, y un área de al menos 150 hectáreas (Athens, 1980, 2012).



Un sitio recientemente investigado y de data algo más antigua es Huataviro. Está localizado en la parroquia San Antonio de Ibarra, provincia de Imbabura, y consiste en un montículo artificial (Pazmiño, 2014). Esta edificación también cuenta con bloques de cangahua como parte de su estructura constructiva, aunque en Huataviro no se identificaron bloques de cangahua trabajados en forma de ladrillos rectangulares, como los presentes en los recubrimientos exteriores de otros montículos como los de Cochasquí (Ibíd.: 60). Aquí, al igual que en Zuleta y Puntiachil, los bloques son de forma irregular y forman parte del relleno, aunque para el caso de Huataviro, Pazmiño observa que la concentración de los bloques en los bordes de la plataforma de la pirámide apunta a una función de refuerzo y consolidación, dada la pendiente del montículo (Ibíd.). En este montículo, existe evidencia de al menos tres momentos ocupacionales, con fechados entre 600 y 1220 d. C. (Ibíd.: 65).

Por otro lado, en contextos defensivos de la misma zona y temporalidad, se han observado también bloques de cangahua como material constructivo. Es el caso de las fortalezas de Pingulmi y Pukarito. Investigaciones recientes en el complejo de fortalezas de Pambamarca sugieren la existencia de una frontera altitudinal, según la cual los pucarás localizados por encima de los 3200 m. s. n. m. serían construcciones incaicas, mientras que las fortalezas ubicadas por debajo de los 3000 m. s. n. m. corresponderían a la época previa a la invasión sureña, lo que da cuenta de la resistencia de los pueblos aborígenes a la intervención incaica (González *et al.*, 2007). Esta adscripción cronológica y cultural se basa principalmente en el material constructivo, pues es característica de los complejos arquitectónicos incaicos la construcción con piedra; mientras que, como vimos anteriormente, las culturas preincaicas de la Sierra Norte hicieron uso frecuente de la cangahua en sus construcciones<sup>10</sup>.

No es de sorprender que las fortalezas de cangahua como el sitio Pi-019 [Pingulmi] se concentre a lo largo de las estribaciones del norte de Pambamarca, o sea, hacia la región del País Caranqui que resistió a los Inkas. A partir de esto es que sospechamos que esta categoría de fortalezas pertenecieron en forma prístina a las sociedades indígenas. Aquellos construidos con roca se aglomeran en el sur, o sea, hacia Quito y las tierras conquistadas por los Inka, y es por ello que los consideramos de origen Inka. Este patrón arqueológico básico de dos tipos de fortalezas distintos al norte y al sur de Pambamarca confirma la información recopilada a partir de las crónicas, es decir, que Pambamarca fue el escenario de una tremenda resistencia por parte de las fuerzas ecuatorianas ante el avance Inka (Ibíd.: 141).

Además, en los dos sitios, los investigadores registraron abundante cerámica local. El pucará de Pingulmi (Ibíd.: 33ss.) presentó paredes concéntricas de bloques de cangahua, algunos de ellos de gran tamaño y de una dureza que sorprendió a

10 Cabe anotar aquí que ya Plaza Schuller (2006a, 2006b) había sugerido previamente, sobre la base de una diferenciación en las técnicas constructivas de los complejos defensivos de Pambamarca, que algunas de las fortalezas pudieron ser de origen preincaico o bien de cronología correspondiente con la llegada de los incas, pero de manufactura local. Este tema también ha sido discutido recientemente por Schauer y Smith (2010).

los investigadores, quienes han sugerido que probablemente estos recibieron un tratamiento de cocción.

Otras construcciones aisladas de cangahua fueron localizadas también en el marco de la investigación de González *et al.*, por ejemplo, en el montículo denominado Molino Loma, donde una estructura combinaba un fundamento de piedra con la construcción de paredes de cangahua (Ibíd.: 36ss.). En el sitio Terrazas, los muros de contención también fueron construidos con bloques de cangahua (Ibíd.: 42).

### **Cangahua como elemento de la arquitectura funeraria**

Los hallazgos que hemos realizado recientemente en el sitio Rancho Bajo han sacado a la luz un uso diferente y mucho más temprano de la cangahua en contextos arqueológicos, esto es, el uso de bloques de diferentes tamaños como parte de la arquitectura funeraria, hacia el final del período Precerámico en Quito. Rancho Bajo se encuentra dentro del Distrito Metropolitano de Quito, en medio de una urbanización privada, en el noroccidente de la ciudad (Figura 1). El principal hallazgo realizado en este sitio corresponde a un cementerio, que por su datación (Cal. BC 1500-1600) constituye el más temprano localizado en Quito hasta el momento y, por tanto, da cuenta de las costumbres funerarias de los primeros habitantes sedentarios de esta región (Ugalde 2012, 2013a, 2013b). De los 25 enterramientos humanos excavados, 17 se encontraban rodeados de bloques, de cangahua de diferentes tamaños y forma irregular (Figuras 4, 5). Los bloques en algunos casos, no solo rodeaban sino cubrían a una o dos osamentas. La mayoría de

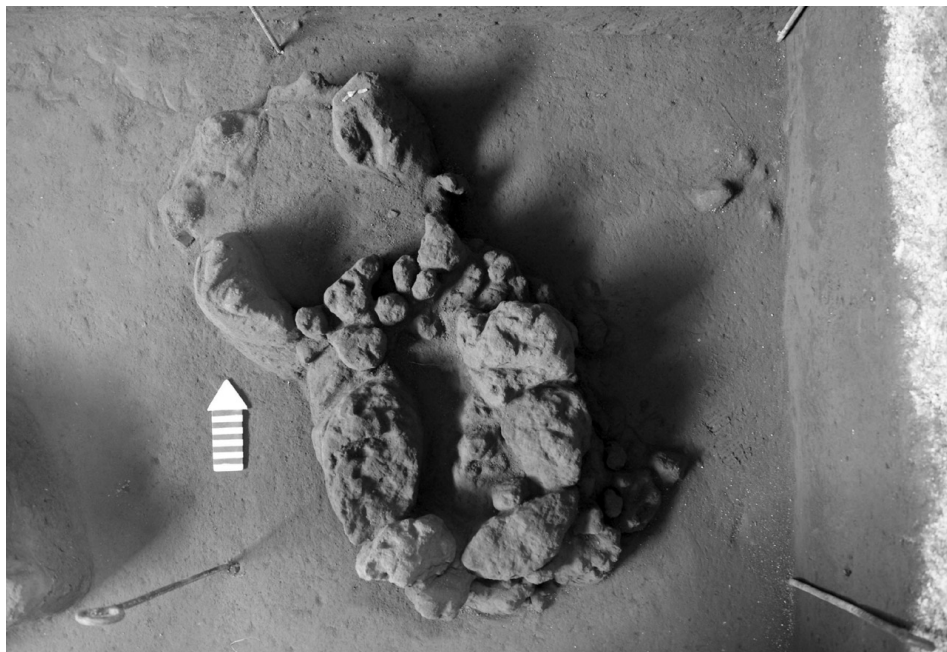


Figura 4. Bloques de cangahua demarcando dos tumbas en el sitio Rancho Bajo.

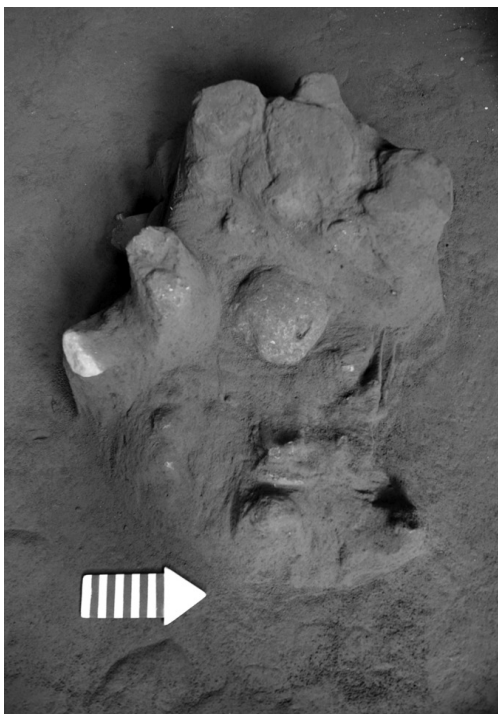


Figura 5. Enterramiento primario dispuesto en posición sedente, rodeado por bloques de Cangahua. Sitio Rancho Bajo.



Figura 6. Casa en uso, en la población de Alangasí (valle de San Rafael, provincia de Pichincha), con estructura de bloques de cangahua enlucidos (imagen cortesía Érika Muñoz).

los individuos enterrados correspondían a entierros primarios, dispuestos en posición sedente fuertemente flexionada; no obstante, en una ocasión, se encontraron dentro de un túmulo de pequeños bloques de cangahua un enterramiento primario acompañado de un cráneo aislado de otro individuo (Ugalde, 2012). No existe una correspondencia en el cementerio de Rancho Bajo entre la presencia o ausencia de bloques de cangahua y criterios como género o edad, pues estos aparecieron asociados con adultos y subadultos de varias edades y ambos sexos. El cementerio es parte de un horizonte ocupacional acerámico, que precede estratigráficamente a la primera ocupación formativa de Quito, denominada Cotocollao, y que ya cuenta con un corpus cerámico bien desarrollado. Su ubicación cronológica lo coloca en un momento terminal del período Precerámico (Ugalde 2013a).

No se conocen otros contextos funerarios que contengan una configuración similar. Los cementerios más tempranos excavados en Cotocollao (Villalba 1988), aproximadamente 100 años más tardíos que los de Rancho Bajo, no cuentan con bloques de cangahua como parte de su arquitectura funeraria.

En la arquitectura doméstica contemporánea, en áreas rurales de la Sierra Norte del Ecuador, los materiales de construcción más frecuentes son el bahareque y el adobe. No obstante, ocasionalmente, se pueden observar construcciones hechas con bloques de cangahua (Figura 6). Hemos visto también ejemplos modernos de casas de campo que proponen la combinación de adobe y cangahua, en clave más decorativa que funcional, con la intención de mantener los elementos constructivos tradicionales.

## Discusión y conclusiones

La Geoarqueología, de la mano de la Arqueología del Paisaje, se consideran disciplinas relativamente nuevas (Bebermeier y Schütt 2011) —aunque muchos de sus recursos se han aprovechado desde los inicios mismos de la arqueología—, que ofrecen un gran abanico de instrumentos para ayudar a una mejor aproximación interpretativa hacia los datos arqueológicos. Así, se ha mostrado aquí cómo, además de la más frecuente utilización de la Geoarqueología para el establecimiento de horizontes-guía —sobre todo gracias a la datación de capas de tefras (ver por ejemplo Villalba y Alvarado, 1998)—, es interesante observar el papel que han jugado los suelos en función de sus características propias, para los habitantes prehispánicos. Al respecto del tipo de suelo que se aborda en esta contribución, la cangahua, es importante resaltar su delimitación espacial y su cronología aproximada, acerca de la cual hay buen consenso, por lo que puede considerarse un importante marcador cronológico. Sin embargo, sorprende la falta de dataciones más precisas, toda vez que la cangahua cuenta con un componente recurrente de composición orgánica que bien podría ser fechado. Se trata de las esferas de cangahua o *beetle balls* (*coprinisphaera ecuadoriensis*), que son esferas fosilizadas de estiércol de escarabajos, en las que estos sembraban sus larvas (Estrada, 1941; Sauer, 1965; Vera, 1977). Proba-

blemente esto se deba a que, como ha señalado Vera, los fósiles pueden ser alóctonos en sedimentos fluviales o cangahuas retrabajadas (Vera, 1977: 85), aunque el mismo autor indica haber localizado esferas autóctonas, por ejemplo, en varios puntos de la ciudad de Quito (Ibíd.: 87).

En todo caso, el uso de la cangahua como material constructivo en tiempos prehispánicos está demostrado para diferentes tipos de contextos arqueológicos en la Sierra Norte del Ecuador. Se remonta al menos al final del Precerámico, como demuestran los hallazgos de Rancho Bajo, datados alrededor del 1600 a. C. y que consisten principalmente en un cementerio localizado en un horizonte totalmente exento de restos cerámicos. Su uso más conocido, no obstante, se encuentra en los sitios monumentales de la cultura caranquí, que cuentan con enormes pirámides. De entre ellos, Cochasquí es el más famoso y el que más visitantes recibe, sobre todo, debido a que está declarado como Parque Arqueológico y se encuentra bajo la administración del Estado.

En este punto, es importante reflexionar sobre la conservación de estos vestigios, sobre todo de aquellos monumentales, en función de las características de este particular material. La cangahua es altamente susceptible a la erosión, porque es baja en materia orgánica y tiene un alto contenido de limo (Creutzberg *et al.*, 1988). Los problemas en la conservación para el caso de Cochasquí fueron expuestos hace varias décadas por Wurster y su equipo de investigadores de la Universidad de Bonn, quienes ya en 1964, durante sus excavaciones, observaron notorios deterioros en las estructuras monumentales:

Los senderos y los cauces de los riachuelos, agotados en la temporada seca, cortan el terreno profundamente de manera que queda al descubierto el subsuelo estéril; éste se compone de cangagua, un sedimento endurecido de origen volcánico. Esta cangagua, que se puede cortar y trabajar igual que una piedra especialmente blanda, fue utilizada como principal material de construcción para las edificaciones macizas prehispánicas junto con la tierra arcillosa y la arena. La cangagua es muy corrosible y expuesta al viento y a la lluvia se descompone en materias terrosas a arenosas. A causa de los vendavales de arena muy frecuentes en la región del Mojanda durante la temporada seca, las desigualdades del terreno están cubiertas y allanadas por una arena fina y grisácea (Wurster 1989: 12).

Sobre el estado de conservación de los monumentos de Cochasquí, Wurster anotó también, hace más de 50 años, que la superficie de las pirámides y los montículos habían sido afectados significativamente debido a impactos naturales, como la erosión producida por lluvia y viento y la influencia humana sobre todo a través de los cultivos agrícolas; impactos debido a los cuales incluso algunos terraplenes artificiales se llegaron a igualar al terreno circundante (Wurster 1989: 13). También dejó muy clara su opinión, como mencionamos anteriormente, de que los constructores de las pirámides de Cochasquí estuvieron conscientes de la susceptibilidad de la cangahua a la erosión, y que a eso se debió que las pirámides estuvieran cubiertas desde un inicio, como estrategia constructiva encaminada a asegurar su durabilidad.

Creemos que es sumamente importante tomar en cuenta estas consideraciones y dar una voz de alerta desde la arqueología a las decisiones políticas que, en función del fomento turístico, pretenden tomar medidas que desconocen estos riesgos. Sería señal de una enorme miopía favorecer una visión que subjetivamente se considera más estética, en perjuicio de unos bienes culturales que se han conservado prácticamente intactos por varios siglos, y que exigen cuidado y respeto.

## Agradecimientos

La realización de esta investigación fue posible gracias al apoyo de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, que financió en su mayor parte el III Taller de Geoarqueología Latinoamericana. Agradezco especialmente a Roy Ryder, por sus valiosas observaciones y comentarios al texto; el interesante intercambio de ideas, sobre algunos aspectos puntuales que se mencionan en este artículo, contribuyó a una mejor definición de las reflexiones finales. Gracias también a Ángelo Constantine, por su colaboración en la elaboración del mapa 1 y su aporte en la organización del Taller.

## Bibliografía

- Athens, Stephen (1980). *El proceso evolutivo en las sociedades complejas y la ocupación del período Tardío-Cara en los Andes Septentrionales del Ecuador*. Otavalo: Instituto Otavaleño de Antropología.
- Athens, Stephen (1997). Etnicidad y adaptación: el periodo tardío de la ocupación Cara en la Sierra Norte del Ecuador. *Sanace*, 24, 161-204.
- Athens, Stephen (2003). *Inventory of earthen mound sites, northern highland Ecuador*. Pittsburgh: International Archaeological Research Institute.
- Athens, Stephen (2010). *El Sitio Tola de la Hacienda Zuleta: Investigaciones geofísicas 2005 y 2009*. Quito: Instituto Nacional de Patrimonio Cultural.
- Athens, Stephen (2012). *El Sitio Tola de la Hacienda Zuleta: Investigaciones 2010*. Quito: Instituto Nacional de Patrimonio Cultural/International Archaeological Research Institute, INC.
- Bebermeier, Wiebke y Brigitta Schütt (2011). Geoarchaeology – A New Discipline? *DIE ERDE. Journal of the Geographical Society of Berlin*, 142(3), 209-212.
- Bray, Tamara (1995). The Panzaleo Puzzle: Non-local Pottery in the Northern Highland Ecuador. *Journal of Field Archaeology*, 22 (2), 137-148.
- Cordero, María Auxiliadora (2009). *El Cacicazgo Cayambi. Trayectoria hacia la complejidad social en los Andes septentrionales*. Quito: Abya-Yala.
- Creutzberg, D., J. Kauffman, E. Bridges y G. Del Posso (1988). *Micromorphology of "Cangahua", a Cemented Subsurface Horizon in Soils from Ecuador*. Wageningen: ISRIC - World Soil Information.
- Cubillos, Julio César (1989). Ajambi. En Oberem, U. y W. Würster (Eds.), *Excavaciones en Cochasquí, Ecuador 1964-1965*. Mainz am Rhein: Verlag Philipp von Zabern.
- Currie, Elizabeth (2000). A Late Period Caranqui Chiefdom in the Northern Highlands of Ecuador: Archaeological Investigations at Hacienda Zuleta. 10.
- Estrada, Abelardo (1941). Contribución geológica para el conocimiento de la cangahua de la Región Interandina y del Cuaternario en general del Ecuador. *Anales de la Universidad Central de Quito*, 66, 405-488.
- Fritz, Udo y Uwe Schönfelder (1986). New results Concerning the Integration Period in the Northern Highlands of Ecuador. *Bulletin of the Institute of Archaeology*, 23, 127-150.
- Gaibor, Aurelia y Margarita Guano (2012). *Resistencia de la cangahua en función de su composición mineralógica y contenido de humedad en dos sectores de Quito: Sur y Norte*. (Tesis de Grado). Universidad Politécnica

Salesiana, Quito.

- González, Lucía, Samuel Connell y Chad Gifford (2007). *Informe preliminar del Proyecto Arqueológico Pambamarca 2006 y 2007*.
- Hall, Minard (1977). *El volcanismo en el Ecuador*. Quito: Publicación del I. P. G. H Sección Nacional del Ecuador.
- Narr, Karl y Uwe Schönfelder (1989). Fechas de carbono 14. En Oberem, U. y W. Wurster (Eds.), *Excavaciones en Cochasquí, Ecuador 1964-1965*. Mainz am Rhein: Verlag Philipp von Zabern. Pp. 177-179.
- Oberem, Udo (1981). *Cochasquí: Estudios arqueológicos*. Otavalo: Instituto Otavaleño de Antropología.
- Oberem, Udo y Wolfgang Wurster (Eds. 1989). *Excavaciones en Cochasquí, Ecuador 1964-1965*. Mainz am Rhein: Verlag Philipp von Zabern.
- Pazmiño, Estanislao (2014). Huataviro y los señoríos de la Sierra norte del Ecuador. *INPC Revista del Patrimonio Cultural del Ecuador*, 5, 56-69.
- Plaza Schuller, Fernando (2006a). El complejo de fortalezas de Pambamarca. *Sarance -Serie Monografías*, 2, 141-208.
- Plaza Schuller, Fernando (2006b). Estudios de Arqueología. La incursión inca en el septentrión Andino Ecuatoriano. *Sarance -Serie Monografías*, 2, 17-140.
- Sauer, Walter (1965). *Geología del Ecuador*. Quito: Editorial del Ministerio de Educación.
- Schauer, Matt y Micah Smith (2010). Life on the Frontier: the Distribution and Density of Occupation of Inca fortification in the Northern highlands of Ecuador. En *75 Conferencia Anual de la Sociedad para la Arqueología Americana*. Saint Louis.
- Ugalde, María Fernanda (2012). *Rescate Arqueológico de Cementerio Prehistórico en el barrio El Condado de la ciudad de Quito*. Quito: Informe final entregado al Ministerio de Cultura del Ecuador.
- Ugalde, María Fernanda (2013a). *Proyecto de prospección arqueológica Rancho Bajo, Provincia de Pichincha. Contrato complementario*. Quito: Informe Final entregado al Instituto Metropolitano de Patrimonio.
- Ugalde, María Fernanda (2013b). *Proyecto de prospección arqueológica Rancho Bajo, Provincia de Pichincha*. Quito: Informe Final entregado al Instituto Metropolitano de Patrimonio.
- Ugalde, María Fernanda (2015). *Cochasquí revisitado. Historiografía, investigaciones recientes y perspectivas*. Quito: Gobierno Autónomo de la Provincia de Pichincha.
- Uhle, Max (1933). *Die Ruinen von Cochasquí (nördlich von Quito)* (Vol. VII). Berlin: Dümmlers.
- Uhle, Max (1939). Las ruinas de Cochasquí. *Boletín de la Academia Nacional de Historia*, XVIII (54), 5-14.
- Vera, Ramón (1977). Esferas de Cangahua Aloctonas. 85-88.
- Vera, Ramón y Rocío López (1986). El origen de la cangahua. *Paisajes Geográficos*, 16, 21-28.
- Vera, Ramón y Rocío López (1992). Tipología de la cangahua. *Terra*, 10 (Número especial: Suelos volcánicos endurecidos, Primer Simposio Internacional, México), 113-119.
- Villalba, Marcelo (1988). *Cotocollao: Una aldea formativa del Valle de Quito*. Quito: Banco Central del Ecuador.
- Villalba, Marcelo y Alexandra Alvarado (1998). La arqueología del Valle de Quito en Clave Volcánica. En: *Actividad volcánica y pueblos precolombinos en el Ecuador (73- 111)*. Quito: Abya-Yala.
- Wentscher, Jürgen (1989a). Hallazgo de depósitos, tumbas y objetos aislados (Lugares de hallazgo 1-70). En: Oberem, U. y W. Wurster (Eds.), *Excavaciones en Cochasquí, Ecuador 1964-1965*. Mainz: Philipp von Zabern. Pp. 105-176.
- Wentscher, Jürgen (1989b). Montículos y otras áreas de excavación. En: Oberem, U. y W. Wurster (Eds.), *Excavaciones en Cochasquí, Ecuador 1964-1965 (70-97)*. Mainz am Rhein: Verlag Philipp von Zabern.
- Wolf, Theodor (1892). *Geografía y Geología del Ecuador: Publicada por orden del Supremo Gobierno de la República*. Leipzig.
- Wurster, Wolfgang (1989). Ruinas existentes. En: U., O. y W. W. (Eds.), *Excavaciones en Cochasquí, Ecuador 1964-1965 (11-69)*. Mainz am Rhein: Verlag Philipp von Zabern.
- Zebrowski, Claude (1996). Los suelos con cangahua en el Ecuador. En: *Memorias del III Simposio Internacional sobre Suelos volcánicos endurecidos (128-137)*. Quito.

# Biografías de los autores

---

## **Mario Alonso Bermúdez Restrepo**

Antropólogo y arqueólogo graduado del Departamento de Antropología de la Universidad de Antioquia en 1995. Posee estudios de maestría en Geomorfología y Suelos de la Universidad Nacional de Colombia y Ciencias de la Tierra de la Universidad de Caldas. Estudiante del Doctorado en Arqueología, en la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

Profesor asistente de tiempo completo en la Universidad de Caldas, Colombia. Director del Grupo de Investigación en Geoarqueología GIGA y el Laboratorio de Arqueología del Departamento de Antropología y Sociología.

## **Víctor Durán**

Licenciado en Antropología y Doctor en Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de La Plata. Desarrolla líneas de investigación en Arqueología Ambiental y Arqueometría. Se ha abocado a estudiar el impacto producido por el volcanismo holocénico sobre el proceso de poblamiento humano de ambientes cordilleranos y extracordilleranos del centro y sur de la provincia de Mendoza, Argentina. Es Investigador Principal del CONICET y profesor titular efectivo de la cátedra Antropología en la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional de Cuyo.

## **Raúl A. Mikkan**

Prof., Lic. y Dr. en Geografía (Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina). Profesor titular efectivo de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional de Cuyo, cátedra: Procesos Naturales del Ambiente: Geomorfología, carrera de Geografía. Investigador Categoría I – SPU. Director de numerosas Tesis doctorales. Cuenta con cuarenta publicaciones nacionales e internacionales. Director del proyecto de investigación “Peligro volcánico y de remoción en masa en el Paso Internacional Pehuenche, Malargüe, Mendoza”. Es evaluador de la Comisión Asesora de Historia, Antropología y Geografía del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Ha sido miembro de comités científicos de publicaciones nacionales e internacionales. Es el actual Secretario de Ciencia, Técnica y Posgrado de la Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo.

## **Ramiro Barberena**

Es Arqueólogo (graduado y doctorado en la Universidad de Buenos Aires, Argentina) y trabaja en Patagonia (Neuquén, Santa Cruz y Tierra del Fuego) y el centro oeste argentino (Mendoza). Especializado en distintas líneas de trabajo, en Arqueometría, principalmente isótopos estables y elementos traza en restos huma-



nos y de fauna y caracterización geoquímica de obsidianas. Desarrolla un enfoque biogeográfico y comparativo de trabajo para desiertos del hemisferio sur, actualmente enmarcado en la Fundación Leverhulme (Reino Unido). Esto implica un marco común para Sudamérica, el sur de África y Australia. Es autor de más de 30 trabajos en revistas científicas con referato de la Argentina y el exterior y de más de 25 capítulos de libros.

### **Martín Giesso**

Licenciado en antropología, Universidad Nacional de La Plata (Argentina), y PhD en Antropología, University of Chicago (EE. UU.). Instructor del Departamento de Antropología de Northeastern Illinois University (EE. UU.). Realizó investigaciones sobre los guaraníes pre y postcontacto en el noreste argentino y sobre las industrias líticas en la cultura Tiwanaku (Bolivia). Actualmente, realiza estudios arqueométricos en obsidiana y cerámica en diversas regiones de Argentina. Publicó *Historical Dictionary of Ancient South America*, (Scarecrow Press, Lanham, Maryland, 2008), y el volumen bilingüe: *La producción de instrumentos líticos en el área central de Tiwanaku. El impacto del surgimiento y la expansión del estado en las unidades domésticas. Stone Tool Production in the Tiwanaku Heartland. The Impact of State Emergence and Expansion on Local Households* (British Archaeological Reports 2244, South American Archaeology Series. Archaeopress, Reino Unido, 2011). Ha participado en varios artículos como autor y coautor en revistas especializadas de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Estados Unidos y del Reino Unido.

### **Gustavo Lucero**

Licenciado en Historia con orientación en Arqueología y Doctor en Geografía de la Universidad Nacional de Cuyo. Ha sido becario doctoral de CONICET. Su especialidad es la aplicación de SIG en Arqueología. Su tesis doctoral se refiere al poblamiento humano de ambientes de altura en la cordillera de Los Andes (provincia de San Juan, Argentina). Es autor de numerosos trabajos presentados en revistas de investigación de Argentina e internacionales.

### **Martha Cecilia Cano Echeverri**

Antropóloga de la Universidad de Antioquia. Aspirante a Doctora en Arqueología en la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). Docente auxiliar, catedrática de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira. Perteneció al Grupo de Investigación Gestión en Cultura y Educación Ambiental. Investigadora del Laboratorio de Ecología Histórica y Patrimonio Cultural de la Universidad Tecnológica de Pereira.

Autora de: *Investigaciones Arqueológicas en Santuario*, Risaralda (1995); Coautora de *Encuentro con la Historia. Catedral de Nuestra Señora de la Pobreza*, Pereira, (2001); *Compilación conjunta Cambios Ambientales en Perspectiva Histórica*, volu-

men 1, (2004); Compilación conjunta Cambios Ambientales en Perspectiva Histórica. Volumen 2, (2006). Ha publicado capítulos de libros y artículos en revistas especializadas en arqueología y patrimonio del ámbito nacional e internacional. Ha presentado sus resultados de investigación en conferencias nacionales e internacionales.

### **Carlos Eduardo López Castaño**

Es profesor de planta de la *Universidad Tecnológica de Pereira*, Colombia, adscrito a la Facultad de Ciencias Ambientales; actualmente dirige el *Laboratorio de Ecología Histórica y Patrimonio Cultural*. Con formación en Antropología, obtuvo su título de pregrado como Antropólogo en 1988 en la Universidad Nacional de Colombia (sede Bogotá) y su maestría (1998) y doctorado en Antropología (Ph.D) en *Temple University*, Philadelphia en el año 2004. Cuenta con publicaciones en libros de su autoría así como con capítulos y artículos en distintas revistas. Fue miembro fundador y primer Presidente de la *Sociedad Colombiana de Arqueología*. Ha sido conferencista en distintos países y organizó en Pereira el *VI Congreso de Arqueología en Colombia* (2006) y el *VI Simposio Internacional Hombre Temprano en América* (2012).

### **Silvia González**

Es profesora de Geología del Cuaternario y Geoarqueología en la Liverpool John Moores University, en el Reino Unido desde 2007. Ha trabajado durante los últimos 25 años en proyectos sobre el estudio de secuencias geoarqueológicas del Pleistoceno-Holoceno en México, Guatemala, Irlanda, Inglaterra e Islandia. En América, su trabajo se ha concentrado principalmente en sitios Paleoindios y de cazadores-recolectores asociados con secuencias volcánicas, sedimentos de lago, fluviales y del desierto de la parte Central y del Sur de México. Esto incluye también el estudio de la megafauna y sus procesos de extinción durante la transición Pleistoceno-Holoceno.

### **David Huddart**

Es profesor de Geología del Cuaternario y Educación Ambiental en la Liverpool John Moores University, en el norte de Inglaterra. Su investigación incluye la interpretación de medios ambientes glaciales y sus procesos modernos y durante el Pleistoceno en el Ártico y en el Reino Unido. También ha trabajado durante los últimos 20 años en la interpretación de depósitos volcánicos, fluviales y de sedimentos de lago en las cuencas de México, Puebla, Chiapas, Coahuila y Baja California en México, así como la geoarqueología asociada en estas áreas.

### **Ángelo Constantine Castro**

Guayaquileño, Licenciado en Arqueología por la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), especializado en Tecnología lítica, Microscopía de alta resolución para análisis de huellas de uso. Máster en Arqueología del Neotrópico por la ESPOL, año 2014, Especialización Cazadores Recolectores. Ha realizado trabajos de

investigación desde el año 1997. Ha participado como expositor en varios congresos y ponencias sobre temas de Poblamiento Ecuatoriano. Actualmente es coordinador, en Ecuador, del Grupo de Estudios Geoarqueológicos para América Latina.

### **Eric Dyr Dahl**

Es profesor auxiliar en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, sede Quito. Recibió su licenciatura en Antropología y Ciencias Políticas de Northwestern University en 2007 y su maestría en Antropología, en Pennsylvania State University en 2010. Está terminado su doctorado en Antropología en Pennsylvania State University. Dyr Dahl y su colega Carlos Montalvo recibieron varias becas que apoyaron la investigación discutida en este volumen. Las becas fueron dadas por el National Geographic Society, Fulbright, American Philosophical Society y SENESCYT. También han recibido apoyo del Instituto Nacional de Patrimonio Cultural de Ecuador y SENESCYT.

### **Carlos Eduardo Montalvo Puente**

El Dr. Carlos Eduardo Montalvo Puente (Riobamba, Ecuador) ha participado en varios grupos de investigación, tanto a nivel nacional como internacional (“Celti d’Italia” y “Scavi nel Monte Croce-Guardia”). Se ha especializado en la aplicación de tecnología y gráfica computarizada en la documentación arqueológica. Actualmente, co-dirige el Proyecto Arqueológico “Las Orquídeas”, conjuntamente con el M.A. Eric Dyr Dahl. Sus intereses principales en cuanto a investigación se centran en la elaboración de secuencias cronológicas (crono-tipología), estudio estratigráfico y de procesos de formación de los yacimientos arqueológicos, así como en tecnologías relacionadas a la fabricación de cerámica y procesos pirotécnicos.

### **Viviana Valverde**

Nació el 29 de abril de 1990. Se graduó como Ingeniera Geóloga en la Escuela Politécnica Nacional (EPN) en diciembre de 2014. Empezó un trabajo voluntario en el Instituto Geofísico de la EPN en 2010, para reconocer cenizas volcánicas distales de la zona oriental del Ecuador. En 2012, fue contratada formalmente por el IG, donde desarrolla una investigación de las avalanchas de escombros del volcán Sangay y se ha vinculado más con el monitoreo del volcán Tungurahua. Posteriormente, debido a la reactivación del volcán Cotopaxi, trabajó capacitando a las comunidades del cantón de Mejía, junto al MINTUR, el MAE y las autoridades de dicho cantón. Al momento, se encuentra realizando sus estudios de maestría en la Universidad de Ginebra (Suiza), gracias a una beca de excelencia académica otorgada por la misma universidad. Además, ha participado en congresos nacionales e internacionales, y ahora cuenta con nueve resúmenes aceptados tanto para conferencias como pósters.

## **María Auxiliadora Cordero**

Ph.D. en Antropología por la University of Pittsburgh. Es una arqueóloga cuyo principal interés académico está en el desarrollo de las sociedades complejas prehispanicas en los Andes septentrionales. Es investigadora asociada del Departamento de Antropología de la University of Pittsburgh y en el Carnegie Museum of Natural History en la misma ciudad. Sus intereses en investigación incluyen también la dispersión del camote (*Ipomoea batatas*) desde Sudamérica hacia Polinesia antes del contacto europeo, la arqueología participativa, el análisis funcional y químico de la cerámica funeraria de la provincia de Carchi, el origen de la agricultura en los Andes ecuatorianos, y el impacto del volcanismo sobre los sitios arqueológicos.

## **Cristian Favier Dubois**

Es arqueólogo (Universidad de Buenos Aires 1995) y doctor en Geología en la misma universidad (2001). Su tema de especialización es la geoarqueología y su mayor experiencia profesional ha sido en ambientes fluviales y costeros. Es investigador independiente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET, Argentina). Posee alrededor de 80 publicaciones científicas en revistas de su país y del extranjero. Actualmente, es coordinador general del GEGAL y docente de posgrado en universidades de Argentina (UBA, UNICEN), y Ecuador (ESPOL, Guayaquil).

## **Juan José Ortiz-Aguilú**

Antropólogo-Arqueólogo. Licenciado en Historia por la Universidad de Dayton, Ohio. Maestría y Ph.D-abd en Antropología-Arqueología de la Universidad de Temple, Filadelfia. Ha trabajado en el área insular y circum-Caribe desde 1973 y coautor de las leyes de protección patrimonial arqueológica en Puerto Rico. Fue Director Académico del Programa de Maestría en Arqueología del Neotrópico en la ESPOL (2010-11), Guayaquil, y Coordinador de Arqueometría del Proyecto Hojas-Jaboncillo en Picoazá, Manabí, dirigido por el Dr. Jorge Marcos (2010-11).

Dirigió la exploración arqueológica en Ligüiqui (Manta) para el INPC en Manabí. Es Profesor Principal en la Universidad Técnica de Manabí, donde dirige la creación del Centro de Ciencias Aplicadas al Estudio del Pasado.

## **Alden Yépez**

Es licenciado en Antropología (PUCE-Q), Cuenta con una homologación de licenciatura como maestría por la Universidad de Bonn (Alemania); así como con un doctorado en Americanística Antigua por la Universidad de Bonn (Alemania). Ha obtenido becas posdoctorales: Servicio de Intercambio Académico Alemán (2014-2015) y Servicio Católico de Intercambio Académico Alemán (2016). Durante cuatro años, se desempeñó como profesor de la Universidad de Bonn, y a partir del 2012 hasta la presente fecha, es profesor de la Escuela de Antropología de la PUCE-Q.

## **Elmo León**

Se doctoró en la Universidad de Bonn (Alemania). Es prehistoriador, etnólogo y arqueólogo clásico, con experiencia en los Andes, México y Estados Unidos. Ha realizado publicaciones científicas en radiocarbono, lítico, paleoclimatología, cadenas operativas, arqueometría y bioactividad de alimentos nativos. Trabaja en el Museo Nacional de Arqueología, Antropología e Historia del Perú y la Universidad San Martín de Porres, Lima. Es miembro de la Academia de Historia del Perú e investigador asociado del Smithsonian Institution (Washington, D.C.)

## **Carlo Sthefano Serrano Ayala**

Es licenciado en Antropología con mención en Arqueología por la PUCE, maestro en Arqueología del Neotrópico por la ESPOL y es director del departamento de Arqueología en Sacharxeos. Se especializó en el estudio de tecnologías líticas de los Andes septentrionales y la Amazonía ecuatoriana. Gran parte de sus estudios están enfocados en temas de medioambiente y los procesos culturales precolombinos. Sus recientes trabajos tratan sobre la diversidad cultural en la Amazonía sur y la interacción entre los Andes, selvas altas y bajas del oriente norte. Además, ha desarrollado trabajos de geoarqueología, específicamente de suelos antrópicos en el Oriente y procesos de formación de sitios en ambientes volcánicos de la Sierra Norte. También ha contribuido al desarrollo de la etnoarqueología en el país, con el estudio de tecnologías cerámicas y modelos de intercambio entre los Andes y Amazonía.

## **Victoria Domínguez Sandoval**

Estudió en el Centro de Estudios Arqueológicos y Antropológicos de la Escuela Superior Politécnica del Litoral en 1986. Obtuvo su Maestría en Antropología y Cultura por la Universidad Politécnica Salesiana de Quito en 2015. Se dedica especialmente a los estudios de las sociedades tardías de la Sierra Norte, aunque también ha trabajado en diferentes zonas de Ecuador, como la Amazonía y la Costa. Su publicación más reciente es: “Evidencias de Hornos Alfareros en Pedernales: Una interpretación de la Producción Cerámica” (2016). Ha asumido cargos como: profesora del Centro de Estudios Arqueológicos y Antropológicos de la ESPOL; arqueóloga del Instituto Nacional de Patrimonio Cultural en calidad de contraparte del Proyecto de Cooperación Técnica Ecuador-Bélgica y, en la actualidad, es consultora para varias instituciones culturales.

## **María Fernanda Ugalde**

M.A. en Americanística Antigua por la Freie Universität Berlin, Alemania (2004). PhD en Americanística Antigua por la Freie Universität Berlin, Alemania (2007). Desde 2009, es profesora de arqueología en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, donde desde 2015 se desempeña como Directora de

la Escuela de Antropología. Es miembro correspondiente del Instituto Alemán de Arqueología. Sus énfasis de investigación han recaído en los estudios de patrones funerarios, estudios de iconografías precolombinas y, recientemente, estudios de género en la arqueología.





*Volcanes, cenizas y ocupaciones antiguas  
en perspectiva geoarqueológica en América Latina*  
se terminó de imprimir en el mes de Septiembre de 2017,  
bajo el sistema de evaluación de pares académicos  
y mediante la modalidad de “doble ciego”,  
que garantiza la confidencialidad de autores y de árbitros.





Si bien todos los arqueólogos se sirven, en mayor o menor medida, de datos provenientes de otras ciencias para entender e interpretar de mejor manera sus hallazgos, la Geoarqueología como disciplina con carácter propio y validez por sí misma, apenas ha comenzado a practicarse en el Ecuador y, en general, suele verse como una disciplina relativamente nueva. Por este motivo, la PUCE impulsó la realización del III Taller de Geoarqueología Latinoamericana en Quito, y gustosa abrió sus puertas a los arqueólogos, geoarqueólogos, vulcanólogos y geólogos expertos de Ecuador Argentina, Colombia, Estados Unidos, México y Reino Unido que se dieron cita en este encuentro.

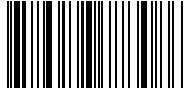
El eje temático del III Taller de Geoarqueología Latinoamericana se definió en función de aquellos eventos naturales que mayor impacto tuvieron en las poblaciones precolombinas de lo que hoy es Ecuador, los cuales son sin duda alguna las erupciones volcánicas. En las estratigrafías de las excavaciones arqueológicas de los Andes septentrionales, las capas de tefra son parte integral y, frecuentemente, su aparición va acompañada de la evidencia de efectos de diversas índoles en los asentamientos antiguos. Así, el tema de «Cenizas Holocénicas en los Andes Septentrionales» convocó un gran número de aportes, que lo abordan desde distintas perspectivas, y se presentan en este segundo volumen de la colección Estudios de Antropología y Arqueología, de la Escuela de Antropología de la PUCE.



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador



ISBN: 978-9978-77-308-6



9789978773086