

ERUPCIONES EXPLOSIVAS DE IMPORTANCIA EN VOLCANES DE COSTA RICA

(Un reporte del progreso alcanzado)
Noviembre 1985

*William G. Melson**
*Jorge Barquero H***
*Rodrigo Saéñz R. ***
*E. Fernández. ***

INTRODUCCION

Debido a los resultados y experiencias adquiridas durante los trabajos realizados sobre las erupciones explosivas prehistóricas del Arenal, dos de los autores (Melson y Saéñz) se interesaron en extender este tipo de investigación al resto de los volcanes de Costa Rica.

Gracias a que uno de los autores (Melson) obtuvo fondos para la investigación (Grant 1233S505) los trabajos de campo se iniciaron el 22 de febrero de 1985.

"Se logró reunir, para este proyecto, un gran número de científicos que han trabajado en él, en diferentes ramas y en diferentes oportunidades".

RESUMEN DEL PROGRESO ALCANZADO

Algunos de los principales resultados alcanzados durante el primer año de labores han sido comunicados en (1) un abstracto para la reunión de la American Geophysical Union en diciembre de 1985, (2) una conferencia para el Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica, Universidad Nacional, Heredia (OVSICORI-UNA), y (3) un "Foro sobre volcanes de Costa Rica", que tuvo lugar en el Smithsonian Institution el 24 de setiembre de 1985.

El mayor progreso obtenido ha sido el poder identificar, cartografiar y muestrear en algunos casos hasta datar las erupciones plinianas que han quedado registradas por los depósitos de tefra existentes en la mayoría de los volcanes de Costa Rica (Tabla 1).

Antes de iniciarse este proyecto poco se conocía sobre las erupciones prehistóricas de estos volcanes de Costa Rica. Ahora después de aproximadamente cuatro meses de labores de campo, se ha establecido por medio del estudio de la estratigrafía de las tefras, que por lo menos hubo, 24 erupciones grandes y de gran explosividad. Estas explosiones han ocurrido en los últimos 10.000 años de historia eruptiva, esto de acuerdo con las edades de radiocarbono que hemos obtenido y que fueron calculadas por el Dr. Robert Stuckenrath (Tabla 2).

Hasta ahora, parece ser cierta la idea de que las tefras sólo se encuentran en el lado suroeste de los volcanes y están ausentes en el lado norte de los mismos. En otras palabras el fuerte control ejercido por los vientos predominantes, sobre la pluma de tefra, lo muestra en forma clara la geometría de los depósitos eólicos (mantos de tefra), lo cual ha simplificado de gran manera nuestro trabajo.

Uno de los hallazgos más importantes consiste en haber reconocido que los 15 estratovolcanes (solamente 10 estaban en la lista de las Investigaciones Volcánicas del Smithsonian antes de iniciarse este trabajo) generalmente pasan por períodos de alta frecuencia eruptiva de carácter explosivo (grupo

* Smithsonian Institution, NMNH.

** Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica, Universidad Nacional (OVSICORI-UNA).

"ON"), un volcán del tipo "ON" erupción en el orden de cada 4.000 años por lo menos y esta frecuencia eruptiva dura más o menos de 3.000 a 4.000 años, siguiendo un período de igual o mayor duración en el que no hay o es muy poca la actividad explosiva (grupo "OFF"). El reconocer volcanes que están "ON", tales como el Rincón de la Vieja, Arenal y Turrialba, los hace ser una prioridad en cuanto a la vigilancia volcánica ya que son los que tienen una mayor posibilidad de tener actividad explosiva "a corto plazo". La tabla 1 resume los hallazgos cronológicos y da alguna información sobre la actividad prehistórica de los volcanes hasta ahora examinados.

La tabla 2 da las primeras 40 edades de radiocarbono que obtenemos y en las que la información de edades de la Tabla 1 se ha basado.

El trabajo de campo ha consistido en encontrar, muestrear, describir e interpretar secciones (perfiles) de referencia en cada volcán. Este trabajo se inició el 22 de febrero de 1985 con el Volcán Orosi, cerca de la frontera con Nicaragua y a mediados de junio se concluyó, el primer año de trabajo de campo con el Volcán Turrialba, el cual marca el final sureste de la Cordillera Volcánica Central. Esto completa la primera inspección de los principales volcanes, sin embargo, se requiere más trabajo de campo debido a, (1) la complejidad en el traslape de los mantos de tefra en la región de los volcanes Cerro Porvenir y C. Platanar, (2) por haber entrado la estación lluviosa en el momento de alcanzar la Cordillera Central, no se estudiaron los mantos de tefra del Cerro Congo y C. Cacho Negro, situados en la densa floresta pluvial que cubre la vertiente norte de los volcanes Poás y Barba respectivamente.

Se espera producir mapas de isopacas de algunas de las principales tefras plinianas. Durante nuestro trabajo de campo el Dr. Cliff Hopson de nuestro equipo identificó y cartografió dos "debris avalanches" importantes. Uno de estos ocupa el lado sureste del C. Cacao y el otro lado sureste del V. Miravalles; basándonos en edades de radiocarbono suministradas por el ICE, éste último "debris avalanche" tuvo lugar hace unos 7.000 años. Estos debris avalanches son el producto del colapso total o parcial de un cono volcánico. En una escala global, el más reciente de ellos es el formado al colap-

sarse la falda norte del Monte Sta. Elena (EUA) y se inició poco antes de ocurrir la explosión del 18 de mayo de 1980.

Se encontró un único depósito de pómez, probablemente un "base surge" al sur del Miravalles. No se tienen datos acerca de su edad pero este debe haber tenido lugar después del "debris flow".

Además de los progresos descritos en páginas anteriores, también se ha progresado en áreas tales como:

MINERALES RESIDUALES

Las tefras meteorizadas contienen algunos minerales primarios (ígneos) frescos y hemos separado aquellos comprendidos entre las dimensiones del silt y arena. En este momento todas las muestras han sido lavadas y los minerales se encuentran listos para ser examinados.

Hemos encontrado que la mayoría de las tefras importantes contienen una serie de minerales residuales que reflejan: (1) los fenocristales, microcristales y microlitos en la roca original, (2) el grado de meteorización de la muestra y (3) el tamaño de partícula.

Mucho sobre este trabajo de los minerales primarios ha sido supervisado por Deborah Jerez quien ha obtenido soporte económico a través de este proyecto. Hemos encontrado que el manto de tefra de cada volcán tiene un grado de meteorización que lo caracteriza. Algunas tefras están en extremo meteorizadas (ejm: Cerro Platanar) y otras son muy frescas (volcanes Arenal y Turrialba y un poco menos las del Rincón de la Vieja).

La magnetita ha demostrado ser el mineral más resistente y su abundancia relativa con respecto a los otros minerales primarios es un buen índice del grado de meteorización y de la edad relativa (asumiendo todos los otros factores iguales). Nos queda por hacer mucho trabajo sobre estos minerales residuales los cuales pueden suministrar mucha información adicional. La separación de estos minerales ha sido hecha en su mayor parte por Mair Moody, Ann Kreuger y un gran número de voluntarios que trabajaron durante el verano de 1985. Se-

parados de las muestras de los volcanes de la Cordillera Central fueron llevados a cabo por el grupo de colaboradores del Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica, Universidad Nacional, bajo la supervisión de R. Sáenz.

GEOQUIMICA

En colaboración con el Dr. Michael Carr de la Universidad de Rutgers, se obtuvieron 40 análisis químicos de 19 elementos. Estos análisis se usarán para interpretar (1) la composición zonal en tefras plinianas, (2) características particulares de cada tefra, (3) cambios en composición debido a la meteorización así como la razón de cambio usada como guía de la edad relativa de los mantos de tefra. Por razones específicas se han analizado 60 muestras pero muchos análisis más serán necesarios.

ESTUDIOS DE DIFRACCION DE RAYOS-X

A través de los estudios de difracción de rayos-x efectuados por Joan Mishara del Conservation Analytical Laboratory del Smithsonian, se encontró que las tefras (1) al aumentar la meteorización, se vuelven progresivamente más ricas en haloísita y matahaloísita, minerales del grupo de la coalínita. (2) Los minerales primarios se descomponen progresivamente con el tiempo. Los cambios encontrados al meteorizarse las tefras son similares a los ya reportados en la literatura geológica. Sin embargo, en raras ocasiones ha existido una verificación ajustada de la edad (vía edades de radiocarbono) ni del modelo de deposición (aérea) o la naturaleza del material original (tefras completamente frescas), pero esperamos muchos resultados útiles a partir de estas verificaciones. Ya hemos usado parte de esta información para inferir edades relativas de períodos de gran actividad para cada volcán que tiene un manto de tefra (Tabla 2).

EDADES DE RADIOCARBONO

A esta fecha tenemos estudiadas 9 edades críticas (Tabla 2). Estas edades y muchas más que serán calculadas por el Dr. Robert Stuckenrath, son una de las piedras fundamentales de este estudio. Ellas nos permiten ver en el espacio y en el tiempo, el patrón cronológico de las erupciones plinianas de gran envergadura y así cuantificar los cambios químicos y mineralógicos que sufren las tefras con

el tiempo. La calibración de estos procesos de meteorización nos permiten inferir edades en unidades de tefra donde no hemos podido encontrar, embebidas en ellas, muestras de maderas propias para la datación.

ARQUEOLOGIA

Continuamos encontrando, sepultados en las secuencias de tefra, artefactos indígenas pre-históricos. El enterramiento de sitios habitacionales, algunos en forma catastrófica, ha ocurrido sin lugar a dudas en los últimos 4.000 años en los volcanes Arenal y Turrialba y posiblemente también en el Rincón de la Vieja. En la mayoría de los otros volcanes, erupciones plinianas de importancia no han ocurrido en este mismo lapso de tiempo, pero si deben haber tenido lugar en tiempos precerámicos (> 3600 A.C.).

La datación de cerámica y líticos realizada por el Dr. Michael Snarskis de la Universidad de Costa Rica, ha sido de gran importancia para este trabajo. Hasta ahora, el nos ha suplido la edad cultural tentativa de 30 muestras.

NUEVAS RUTAS DE INVESTIGACION

BERILIO 10

El trabajo encabezado por Louise Brown del Departamento de Magnetismo Terrestre del Carnegie Institution, ha demostrado que el berilio 10, generado cosmogónicamente, puede ser usado como un indicador para reconocer la fusión parcial de sedimentos subducidos, en la generación de magma. Una de sus colaboradoras Julie Morris, observará la razón de aumento de este radioisótopo en algunas de nuestras muestras de tefra ya datadas. La información que estamos obteniendo en cuanto a composición total, mineralogía y edades de radiocarbono, son indispensables para el trabajo por ella realizado.

REPOBLACION BOTANICA EN AREAS DEVASTADAS POR VOLCANES

La erupción del volcán Arenal de 1968 y que aún persiste, ha producido terrenos biológicamente "estériles" que lentamente se pueblan de vegetación. Vicki Funk del Departamento de Botánica

del Smithsonian, hizo un estudio piloto que ha revelado un dramático aumento (en la vegetación) entre la colada mas antigua examinada (1520 D.C.) las coladas del 68 y las de 1976. Este trabajo fue financiado por una Concesión (Research Opportu-

nities) a la Dra. Funk y nuestro proyecto ha proveido información geológica de importancia, incluyendo edades. Suministraremos además datos de las razones de formación y de las características físicas de los suelos "nuevos".

TABLE 1

Summary of pre-historic eruptive history and major Plinian eruptions so far discovered for Costa Rican Volcanoes

| | | |
|---|----|---|
| OROSI | 0 | No significant tephra apron. Major lahar about 4000 ybp. |
| CERRO CACAO | 0 | No significant tephra apron. Major debris avalanche 6000 ybp (?). |
| RINCON DE LA VIEJA | 1 | Major Plinian eruption about 4000 (c)ybp. Numerous smaller pre-historic and historic eruptions. |
| MIRAVALLS | 1 | Only near-volcano erosional remnants of tephra apron remain. Major plinianca. 8000 ybp (?) and major debris avalanche ca. 7000 ybp (?). |
| TENORIO-CERRO MONTEZUMA | 4 | All > 4000 ybp(?). Only erosional remnants of tephra apron remain. Cerro Montezuma most recently active. |
| ARENAL | 9 | All within past 3600 yrs. |
| CERRO PLATANAR | 3 | Highly weathered. > 3000 ybp. |
| CERRO PORVENIR VOLCAN VIEJO CERRO PALMIRA | 3+ | Overlapping highly wearthered > 4000(?) ybp. Erosional remnants. |
| POAS | 2? | OLD. > 4000 YBP? |
| BARBA | 2+ | EXTENSIVE PLINIAN TEPHRA IN WELL-PRESERVED APRONS. > 3000(?) YBP. |
| IRAZU | 0 | MUCH HISTORIC AND PRE-HISTORIC ACTIVITY MAINLY STROMBOLIAN. |
| TURRIALBA | 1+ | AT LEAST 1 MAJOR PLINIAN ERUPTION CA. 2000(?) YBP. |

TABLE 2.

Radiocarbon dates (uncorrected) from Bob Stuckenrath. Numbers in parantheses are plus-minus figures.

| Nº | Site | Age | Site coordinates and Comments |
|-----|-------|-----------------|---|
| 28 | 15-03 | 3810(75)yrs. | Embedded in Orosi Lahar. Saenz and Melson 369.70W, 325.90N. |
| 30 | 16-01 | 3250(55)yrs. | Embedded in Orosi Lahar. Saenz and Melson 368.35W, 235.70N. |
| 74 | 48-02 | Too small. | Rincón de la Vieja. Minimum age of Quebrada Grande Tephra Set. Saenz and Melson. 378.60W, 307.10N. |
| 77 | 50-02 | Too small. | Rincón de la Vieja. 49 cm. above base of Quebrada Grande Tephra Set. Age of QGT or later eruptions. Saenz and Melson. 380.80W, 309.20N. |
| 78 | 50-03 | Too small. | RDLV. Second white tephra layer' s age. Saenz and Melson. 380.80W, 309.20N. |
| 80 | 50-05 | Modern. | Age of firts white layer. Funk and Melson. 380.80W, 309.20N. |
| 81 | 50-06 | Modern. | Ditto 80. 380.80W, 309.20N. |
| 82 | 50-07 | Too Small. | Ditto 80. Funk and Melson. 380.80W, 309.20N. |
| 98 | 55-01 | 535(60)yrs. | RDVL. Age of lahar beneath Estacion Santa María, Rincón de la Vieja National Park. Funk and Melson. 393.75W, 304.80N. |
| 113 | 60-01 | 21,790(360)yrs. | Pre-Arenal. Embedded in white halloysite rich highly weathered tephra of Pre-Arenal time. Swamp deposit, near Sangregado. Funk and Melson. 442.60W, 277.05N. |
| 121 | 57-01 | 3675(50)yrs. | Basal Arenal. Embedded in top of Aguacate-basal Arenal sequence zone. Excavated by Marilyn Mueller (square I) on 2/18/85. ca.170 cm. beneath surface. 437.60W, 275.40N. |
| 148 | 71-03 | Too small. | Turrialba. Uppermost phreatic layer. Funk, Barquero and Melson. 561.62W, 221.00N. |
| 149 | 71-04 | 20yrs. | Turrialba. What is age of upper first (upper) phreatic layer? Like 148 but different fragment. Probably recent root fragment. Funk, Barquero and Melson. 561.62W, 221.00N. |
| 153 | 71-05 | 725(50)yrs. | Turrialba. What is age of main phreatic layer in this section? At base of second phreatic layer. One of three fragments. Possibility that these could be later carbonized roots. Funk, Barquero and Melson. 561.62W, 221.00N. |
| 154 | 71-05 | 1,970(90)yrs. | Turrialba. What is age of main phreatic layer in this section. Funk, Barquero and Melson. 561.62W, 221.00N. |