



Boletín de Vulcanología
Estado de los Volcanes
Setiembre 2011



Foto: Federico Chavarría Kopper – OVSICORI-UNA.

Volcán Rincón de la Vieja: Vista aérea del cráter activo con el lago cratérico ultraácido el 28 de setiembre del 2011. Nótese el color gris lechoso del lago.

**Erick Fernández S., Eliécer Duarte G., María Martínez C., Rodolfo van der Laat V.,
Wendy Sáenz V., Alejandro Villalobos U., Jorge Barquero H.**

Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica

OVSICORI-UNA

VOLCÁN IRAZÚ

El lago presenta un color turquesa, su nivel ha disminuido alrededor de unos 40cm con respecto al mes anterior. En la parte central presenta pequeños islotes. Alrededor de la orilla presenta una franja de color café claro. En las paredes este, noreste, sur y suroeste se siguen produciendo deslizamientos hacia el cráter. El área fumarólica del flanco noroeste se mantiene con un nivel bajo de emisión de gases.

VOLCÁN POÁS

Lago cratérico ultraácido

El lago presenta un color gris verdoso con celdas de convección en la parte central, esférulas de azufre flotando en superficie, y evaporación. El nivel del lago descendió 16 cm, entre el 26-8-11 y el 14-9-11.

El lago ácido del Poás continúa mostrando condiciones de composición y acidez extremas. Sus aguas son hipersalinas y ácidas registrando en setiembre del 2011 un pH = -0.50 (menos 0.50), una salinidad y una conductividad eléctrica que exceden los 100 gramos por litro y los 500 mS/cm, respectivamente. La temperatura del lago es de 57°C . Los valores de las razones sulfato/cloruro medidos en el lago entre los años 2006 y el presente indican un período en el cual el lago ha estado recibiendo un aporte significativo de gases ricos en SO₂ (dióxido de azufre) a través de las fumarolas subacuáticas. Las condiciones prevalecientes en el lago ácido del Poás son similares a las observadas en el período 1987-1991 (Fig. 1) (Martínez, 2008).

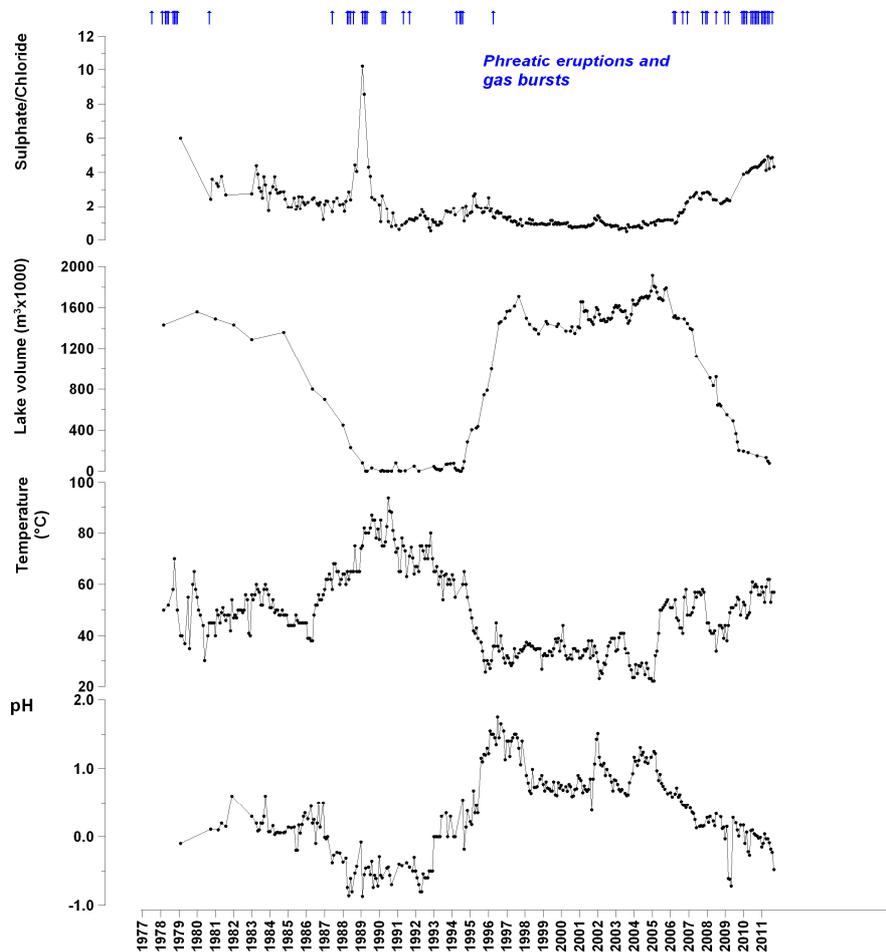


Figura 1. Serie de tiempo de temperatura, pH, volumen y razones sulfato/cloruro de las aguas del lago ultraácido del volcán Poás para el período 1978-setiembre 2011. Datos: Laboratorio de Geoquímica Volcánica “Dr. Eduardo Malavassi Rojas” - Programa de Vigilancia Volcánica del OVSICORI-UNA.

En setiembre 2011 no se ha reportado la ocurrencia de erupciones freáticas (desde el 8 de agosto los funcionarios del Parque Nacional Volcán Poás no han vuelto a observar y registrar erupciones freáticas, Catalina Quesada comunicación personal) y la actividad fumarólica más vigorosa continúa estando centrada en el “Domo” (en el borde sur del lago) donde las fumarolas registran altas temperaturas y vapores+gases con coloraciones azuladas (Fig. 2). Continúa presentándose incandescencia en la pared norte del domo. Durante el día es posible observar incandescencia en los puntos más calientes. En la noche se aprecia mejor el área incandescente, la cual abarca desde algunos puntos muy cerca del nivel del lago hasta cerca de la parte superior del domo.



Foto: Cortesía de Federico Chavarría Kopper - OVSICORI-UNA.

Figura 2. Volcán Poás: Lago ultraácido con coloración verdosa y plumas de vapor y gases en el "Domo" blancas y azules el 28 de setiembre del 2011.

Los cráteres nuevos que se abrieron en la base norte del domo a finales de agosto del presente continúan ensanchándose y profundizando, hasta casi estar unidos. El cráter inferior presenta de 6m a 7 m de la orilla del lago hasta la base del domo, con emisión de gases azulados. El mismo tiene un diámetro de 5m a 6m y presenta una temperatura medida en la parte superior del borde de 480°C. El cráter superior tiene un largo de 6m a 7m y un ancho de unos 4m. El espacio que existe entre ambos cráteres es 1.5m aproximadamente. La fumarola que se encuentra cerca del lago presenta una temperatura de 186°C. Los puntos que presentan incandescencia no fue posible medirlos dado que el piso está muy caliente y no es posible llegar a ellos.

Las fumarolas del "domo" continúan produciendo columnas de gases que alcanzan alturas de más de un kilómetro sobre el piso del cráter siendo observadas y reportadas esporádicamente por los pobladores del Valle Central.

VOLCÁN ARENAL

El volcán Arenal, continúa en su fase de reposo, con un nivel bajo de emisión de gases. El cráter C, presenta una pequeña columna de gases siendo emitida desde el sector noreste. El cráter D continua presentando actividad fumarólica con un bajo nivel de emisión (Fig. 3). De acuerdo a los pobladores de los flancos norte, oeste, sur y este, durante este mes al igual que en los anteriores

no se ha escuchado ni observado erupciones estrombolianas, ni se ha observado salida de lava por ninguno de sus flancos durante las noches despejadas.



Foto: Jorge Barquero, setiembre 2011

Figura 3. Emisión de gases desde el Cráter C, Volcán Arenal.

A pesar de la aparente calma del Arenal, el mismo se continua monitoreando de cerca ya que el comportamiento del volcán puede cambiar y aún presenta potenciales peligros inherentes al vulcanismo.

Deposición total ácida (lluvia ácida)

La información obtenida sobre la depositación total ácida [húmeda (lluvia) y seca] de la red de recolectores del volcán Arenal del OVSICORI-UNA muestra que aunque la actividad eruptiva, extrusiva, y sísmica del Arenal ha disminuido, el volcán continua emitiendo gases magmáticos que acidifican el ambiente circundante al volcán Arenal, tal como lo sugieren los perfiles de pH de la lluvia para el período 2004-setiembre 2011 (valores de $\text{pH} \leq 5.6$ corresponden a lluvia ácida) (Fig. 4).

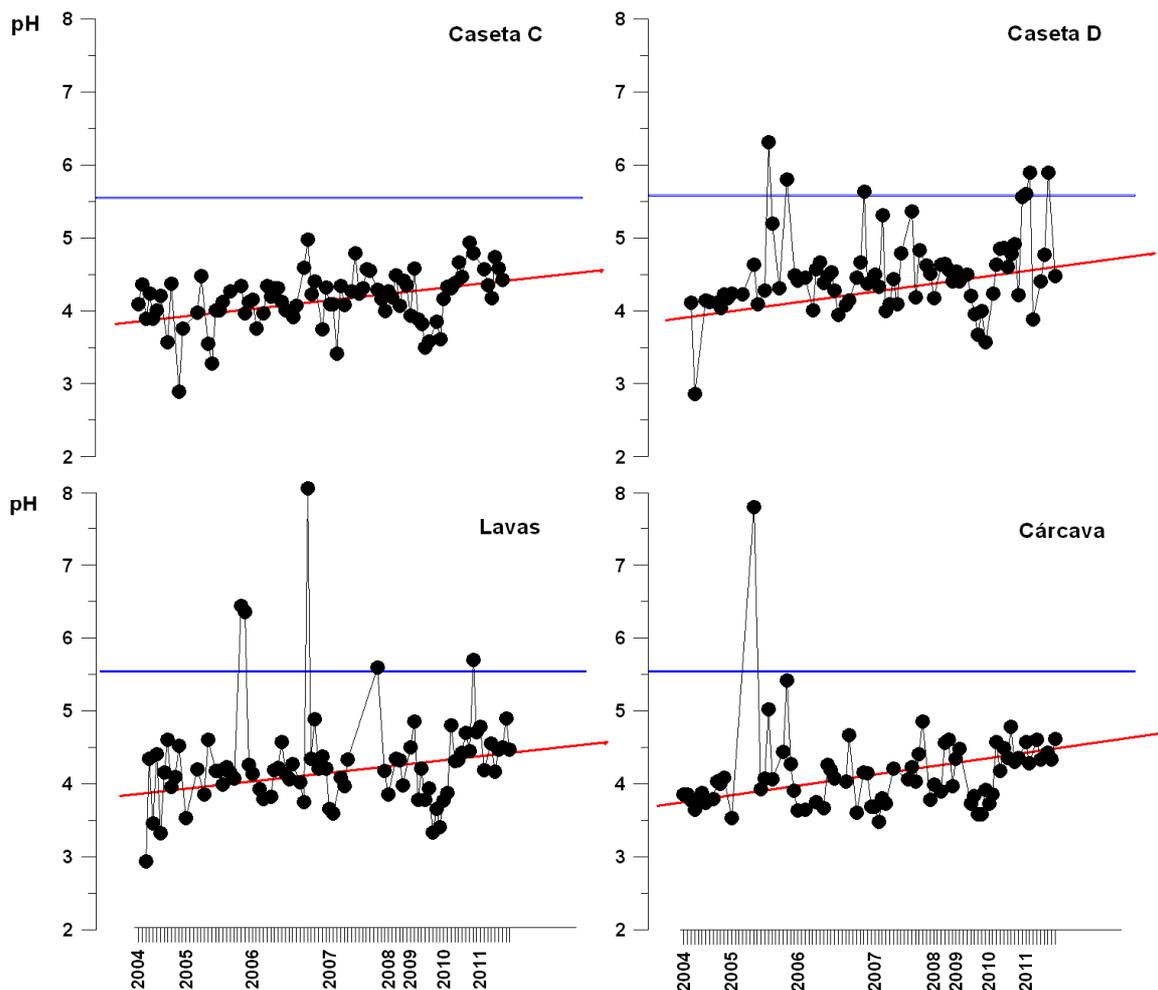


Figura 4. pH (acidez) de la depositación total ácida [húmeda (lluvia) y seca] recolectada en las estaciones de muestreo Lavas, Cárcava, Caseta C, y Caseta D en los alrededores del volcán Arenal. Valores de $pH \leq 5.6$ corresponden a lluvia ácida (por debajo de línea azul). Datos: Programa de Vigilancia Volcánica - Laboratorio de Geoquímica Volcánica "Dr. Eduardo Malavassi Rojas" OVSICORI-UNA.

VOLCÁN TURRIALBA

Continúa con actividad fumarólica en los cráteres Central y Oeste (o Principal). El cráter Central presenta fumarolas con un nivel bajo de emisión de gases y depositación de azufre en todo el derredor de las paredes internas. En la pared oeste de este cráter hay una grieta radial con emisión de gases y depositación de sales.

El sitio de emisión de gases más importante sigue siendo la boca que ormó en el Cráter Oeste la erupción freática del 5 y 6 de enero del 2010 en la pared suroeste del cráter Oeste. Esta boca presenta una columna vigorosa rica en vapor de agua y gases azulados de alta temperatura que alcanza alturas de ca. de 1 km sobre el borde del cráter (Fig.5).



Foto: Jorge Barquero, 2011

Figura 5. Pluma de desgasificación emitida por el Volcán Turrialba

Las fumarolas al NE de la boca nueva formada en el Cráter Oeste siguen extendiéndose y calentando con deposición de azufre, emisión de gases y temperaturas que fluctúan entre los 300°C y los 520°C, en los puntos accesibles.

El Cráter Oeste mantiene en el fondo un depósito de agua con un color celeste. En los sectores sur, norte, noroeste y oeste de las paredes internas hay fumarolas con un nivel de emisión importante de gases. Algunas de estas fumarolas producen un ruido similar al escape de una válvula de presión que se escucha desde el mirador para visitantes y generan columnas de gases que alcanzan hasta 200m sobre el borde del cráter. Los sectores N-NW, W-SW, S-SE y NE de las paredes internas del Cráter Oeste presentan deslizamientos hacia el cráter. Las paredes sur y norte se encuentran completamente amarillas, con algunos sitios con azufre refundido de color naranja.

Las fumarolas de los flancos externos suroeste y noroeste se mantienen con emisión de gases entre bajo y moderado. Las fumarolas del flanco sur y sureste externo presentan emisión baja de gases en forma esporádica. Por otra parte, las fumarolas de la Falla Ariete se mantienen emitiendo vapores y gases. Cuando las condiciones atmosféricas son estables las columnas de gases logran sobrepasar el estrato superior de los árboles (20-50 metros). Los jornaleros de las haciendas La Silvia y La Picada reportan que durante algunos días han estado percibiendo un olor fuerte a azufre.

Depositación total ácida (lluvia ácida)

El volcán Turrialba continúa emitiendo una cantidad considerable de vapor y gases volcánicos ácidos a la atmósfera generando acidificación del ambiente atmosférico debido al proceso de depositación total ácida húmeda y seca (la lluvia ácida es una de las formas de depositación húmeda). Lluvia ácida con pH igual o menor a 5.6 ($\text{pH} \leq 5.6$) se ha venido registrando regularmente en las inmediaciones del volcán Turrialba desde el año 2007 cuando el volcán

despertó luego de una fase de reposo de casi 150 años. En La Central y en Calle Vargas de Santa Cruz de Turrialba, poblados localizados aprox. 2.2 km al suroeste y 5.9 km al sureste respectivamente de la cima del volcán Turrialba, las lluvias se han mantenido en general bastante ácidas con valores promedio de pH oscilando alrededor de 4 y 4.5 (Figs. 6 y 7).

Entre mayo y setiembre del año en curso se ha estado recolectando lluvias en las instalaciones del OVSI-CORI-UNA en el Campus Omar Dengo de la Universidad Nacional. Estas lluvias están resultando también ácidas con un pH promedio de 4.50 (ámbito de variación: 4.90-4.20). La acidez de la lluvia recolectada en Heredia se atribuye a las emisiones ácidas del volcán Turrialba ya que los vientos transportan parte del material de la pluma volcánica sobre la región del Valle Central.

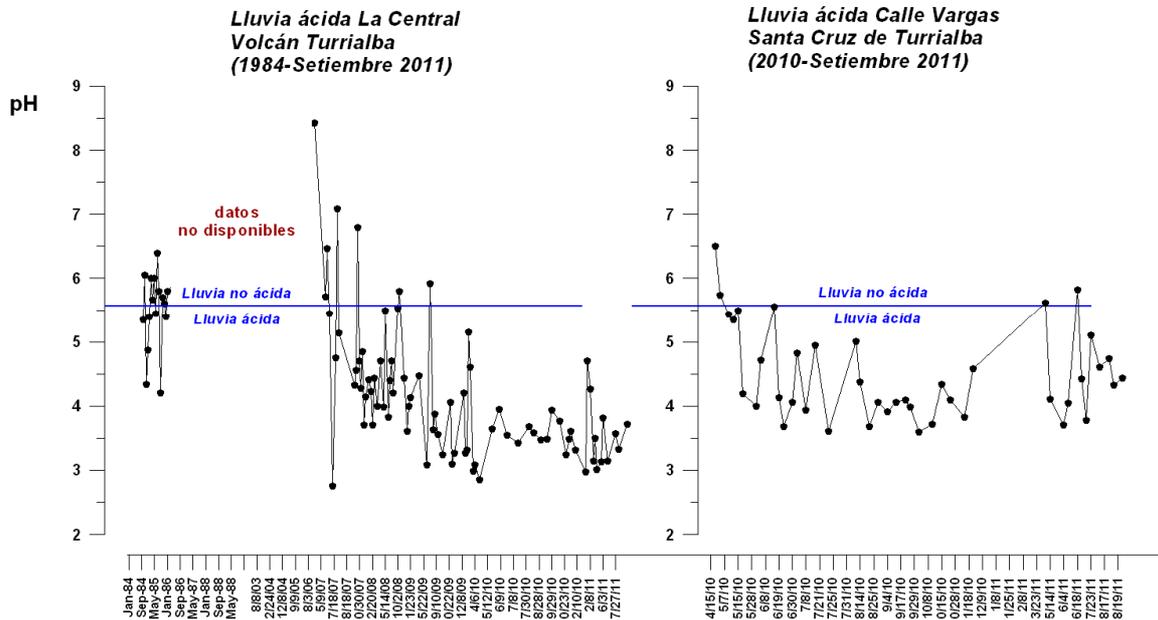


Figura 6. pH (acidez) de la lluvia recolectada en las estaciones de muestreo La Central de Turrialba y Calle Vargas de Santa Cruz de Turrialba ubicadas en las inmediaciones del volcán Turrialba. Valores de $pH \leq 5.6$ corresponden a lluvia ácida (línea azul). Datos: Programa de Vigilancia Volcánica - Laboratorio de Geoquímica Volcánica "Dr. Eduardo Malavassi Rojas"- OVSI-CORI-UNA.

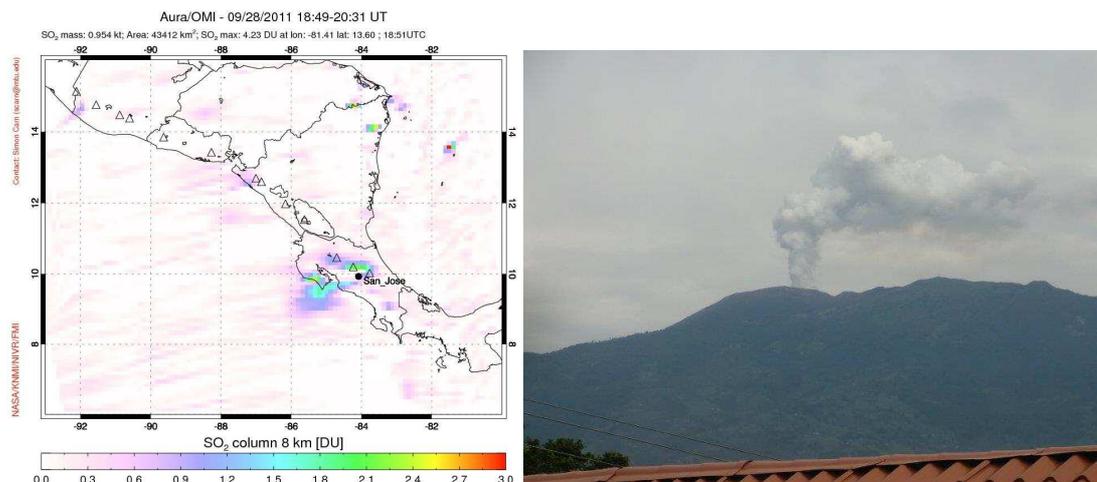


Foto del 27 setiembre 2011 8:15 a.m. cortesía de Ana María Mata Loría.

Figura 7. Izquierda: Pluma del gas dióxido de azufre, SO₂, del volcán Turrialba (representada en colores turquesa, verde, y amarilla) inferida de la imagen satelital AURA/OMI del 28 setiembre 2011. La pluma enriquecida en SO₂ (aprox. 0.95 kilotonnes) se observa desplazándose hacia el oeste-suroeste sobre el Valle Central, Herradura, y la Península de Nicoya. Fuente: <http://so2.gsfc.nasa.gov/>. Derecha:

VOLCÁN RINCÓN DE LA VIEJA

El lago ácido del volcán Rincón de la Vieja ha entrado de nuevo en un período de actividad freática, de acuerdo a visitas realizadas en el transcurso del año 2011 y reportes de guías locales que informan sobre observación de celdas de convección y burbujeos en forma esporádica en la parte central del lago.

El señor Lino Araya (guía local), reportó para el 22 de agosto del 2011 que estando en el borde norte del cráter activo con un grupo de turistas españoles, vieron levantarse una columna de color oscuro, de unos 5 metros de alto sobre el nivel del lago que volvió a caer dentro del cráter.

El viernes 9 de setiembre 2011, alrededor del medio día, el señor Olman Alvarado (guía local), observó desde el borde norte del cráter una erupción freática, cuya columna fue creciendo hasta llegar cerca del borde norte. El material más pesado volvió a caer en el lago y el sedimento más fino fue depositado sobre las rocas y la escasa vegetación que conforma el flanco norte por donde regresó el grupo de turistas.

El viernes 16 de setiembre los señores Pablo Ugarte y Olman Alvarado (guías locales), dicen haber escuchado una erupción alrededor de las 14hrs. Cuando estaban regresando de una visita a la cima con un grupo de turistas y se encontraban en el sendero que va a la cima por el flanco norte a unos 100 m de la entrada al bosque, dicen haber escuchado la erupción y segundos después vieron la caída de material. Algunos vecinos de Buenos Aires reportaron también a esa misma hora haber observado y escuchado una erupción: Una columna de color oscuro sobresalió del borde norte del cráter y los materiales se depositaron hasta una distancia entre 150m a 200m pendiente abajo del borde norte del cráter.



Foto: Gerardo Quesada, 17set 2011

Figura 8. Flanco noreste del cráter activo del volcán Rincón de la Vieja. Se aprecian los principales cauces con depósitos de los sedimentos finos producto de la erupción freática del día 16 de setiembre y que luego fueron arrastrados por las lluvias.

Precipitaciones fuertes durante la tarde y noche de ese día provocaron la erosión de la mayoría de los materiales depositados. Los mismos fueron llevados hacia las quebradas Zanjón y Azufrada, las cuales son afluentes del Río Pénjamo (Fig.9) y éste a su vez es afluente del Río Pizote o Niño que desemboca en el Lago de Nicaragua.



Fotos: Rodolfo van der Laet, 27 set 2011

Figura 9. A la izquierda: Quebrada Azufrada antes de la confluencia con el río Pénjamo. Usualmente el agua es muy clara pero en la imagen se observan aguas turbias por el arrastre de sedimentos de las erupciones freáticas. A la derecha: Sedimentos finos depositados en los márgenes del Río Pénjamo, cerca del puente en Buenos Aires de Upala.

Debido a que los sedimentos erupcionados provienen del fondo del lago, están alterados por la interacción de los mismos con el agua caliente y ácida del lago. Estos sedimentos son arrastrados por el agua de lluvia y la escorrentía superficial hacia los cauces de los ríos que al mezclarse conforman lahares. Los sedimentos más finos se mantienen en suspensión y alteran las

propiedades fisicoquímicas de los ríos. En aquellos casos en donde las erupciones son más grandes pueden aportar una mayor cantidad de sedimentos, bloques y aguas, que puede dar cambios importantes en la temperatura del agua de los cauces, como ocurrió en 1991 y 1995, donde se registraron variaciones importantes en las temperaturas por donde descendieron los lahares. En el caso del Río Pénjamo en noviembre de 1995, se midió 31.5 °C a la altura del puente que comunica con Dos Ríos de Upala, en condiciones normales en ese mismo lugar se han medido 26°C. Este factor aunado a los anteriormente mencionados son entre otros los posibles responsables de los efectos provocados en los ecosistemas acuáticos. El sábado 17 de setiembre, en horas de la mañana el Sr. Oscar Alvarado, vecino de Buenos Aires de Upala, documentó la muerte de peces a la altura del puente que comunica Buenos Aires con Dos Ríos de Upala. Entre las especies documentadas se encuentran Guapotes, Barbudos y Sábalos. Vecinos de Birmania de Upala, comunidad ubicada a 18.5 km del cráter, reportaron este mismo día la muerte de Sábalos (Fig.10).



Foto. Cortesía de Oscar Alvarado.

Figura 10. Muestra de especies de peces encontradas muertas el 17 de setiembre.

Durante la tarde del jueves 22 de setiembre 2011, vecinos de Dos Ríos de Upala, reportan haber observado la cima del volcán y no vieron nada anormal pero a la mañana siguiente vieron que el borde norte del cráter presentaba un color gris claro, producto de la caída de material de una erupción freática la cual entonces ocurrió en el transcurso de la noche.

En visita realizada el 27 de setiembre 2011 a la cima del volcán, se pudo comprobar que el volcán Rincón de la Vieja ha entrado en un nuevo periodo de actividad eruptiva freática luego de 13 años de reposo. En la salida del bosque del sendero que va a la cima por el flanco norte, se pudo documentar en la quebrada Zanjón, una coloración grisácea en sus aguas y depósitos de sedimentos con espesores entre los 15cm y 20 cm (Figs. 11 y 12) y una temperatura de 19°C En ese mismo lugar, en la cota a 980 m.s.n.m. se pudo observar una capa muy delgada de sedimento fino depositado sobre la vegetación.



Foto. Eliécer Duarte, 27 set 2011

Figura 11. Vista panorámica desde unos 2 km del cráter activo. Esta es una de las quebradas que arrastró materiales eyectados desde el cráter activo por erupción freática (indicado con flecha en el centro al fondo). Las 2 flechas negras, a ambos lados del cauce, indican un sector de unos 80m de ancho devastado por las avalanchas de 1995.



Foto. Eliécer Duarte, 27 set 2011

Figura 12. Detalle del depósito visto en la Fig. 11.

Los lahares en el Rincón de la Vieja se originan cuando las erupciones freáticas tienen la energía suficiente como para sacar un volumen importante de agua, sedimentos y bloques de roca acumulados en el fondo del lago y estos posteriormente fluyen sobre los drenajes hacia las partes bajas del volcán.

Lago cratérico ultraácido

De acuerdo a los registros históricos del volcán Rincón de la Vieja que datan desde 1851, al menos nueve periodos de actividad eruptiva (principalmente consistente en explosiones freáticas impulsadas por vapor y volátiles calientes) se han documentado: 1) 1854-63, 2) 1912, 3) 1922, 4) 1966-70, 5) 1983-87, 6) 1991 7) 1995, 8) 1998, y 9) 2011 (Fernández *et al.*, 1995, 1998; Soto *et al.*, 2003). Actividad freatomagmática ocurre rara vez, la más reciente ocurrió entre febrero 1983 y marzo 1984, de acuerdo a la presencia de material volcánico juvenil encontrado (Barquero y Segura, 1983; y Soto *et al.*, 2003). Desde el último periodo de actividad freática ocurrido en 1998, el volcán Rincón de la Vieja ha presentado actividad fumarólica subaérea y subacuática persistente en la región confinada dentro del cráter activo. Desde agosto del 2011 se han observado varias explosiones freáticas discretas en el lago ultraácido que han generado pequeños lahares a lo largo de algunos ríos y afluentes afectando principalmente la fauna acuática (Duarte *et al.*, 2011).

El lago ultraácido del volcán Rincón de la Vieja es uno de los 3 únicos lagos volcánicos de su clase con composición química y acidez extremas ($\text{pH} < 1.2$) existentes en América Central [los otros 2 lagos con una naturaleza físico-química similar están en los volcanes Poás (Costa Rica) y Santa Ana (El Salvador)]. En el flanco norte del volcán, específicamente en las paredes externas, hay infiltración de aguas ácidas que provienen del lago ultraácido y que dan origen a varias fuentes termales (Kempter y Rowe, 2000). En la pared interna del cráter activo, en el sector sur-suroeste, hay varias fumarolas subaéreas con emisiones débiles de baja temperatura. En general, en los periodos en los que la actividad fumarólica en el cráter activo es débil el lago muestra coloración turquesa y temperaturas relativamente bajas, mientras que cuando la actividad fumarólica es más vigorosa el lago muestra coloración gris lechoso o turquesa lechoso así como temperaturas más altas (Figs. 13 a 16).



Foto: 18 de abril 2007 – OVSICORI-UNA.

Figura 13. Volcán Rincón de la Vieja: lago ultraácido con color gris lechoso.



Foto: Sahumerio Love.

Figura 14. Volcán Rincón de la Vieja: lago cratérico hiperácido visto el 20 de abril del 2011. Nótese el color turquesa lechoso del lago.



Foto: Federico Chavarría Kopper.

Figura 15. Vista aérea del cráter activo del Volcán Rincón de la Vieja: lago hiperácido con color turquesa brillante el domingo 6 de marzo del 2011.



Foto: Erick Fernández-OVSICORI-UNA.

Figura 16. Vista del lago cratérico hiperácido del Rincón de la Vieja el 27 de setiembre del 2011. Nótese el lago con color gris lechoso y celdas de convección en la parte central.

En la visita de campo realizada a la cima el 27 de setiembre se hicieron observaciones desde el borde este del cráter activo por espacio de 4 horas. Durante este lapso de tiempo, el lago cratérico presentó celdas de convección en forma esporádica en la parte central del lago (Fig. 16). Al ser las 10:47 a.m. se produjo una pequeña erupción freática que levantó una columna de agua y sedimentos de aproximadamente 1 metro de altura y generó una celda de convección de unos 20 m de diámetro.

El lago presenta un color gris lechoso con partículas de color oscuro flotando en la superficie y un poco de evaporación. La actividad fumarólica se mantiene en el sector sur y suroeste de la pared interna con depositación de azufre nativo y un nivel de emisión moderado. Las plumas de gases y vapor de agua logran sobrepasar el borde este del cráter activo

De acuerdo a las observaciones realizadas durante la visita a la cima, se infiere que las erupciones freáticas que se han estado presentando son de tamaño moderado, con columnas de gases, agua y sedimentos que han sido emitidos hacia el borde del flanco norte, alcanzando entre 150 m y 200 m pendiente abajo. En el borde este del cráter se observó caída de material de las erupciones recientes.

El lago ácido del Rincón de la Vieja no se monitorea con una periodicidad regular como si es el caso para el lago ácido del Poás, debido a que no es fácilmente accesible ya que el cráter en el cual está ubicado tiene pendientes muy empinadas, además las condiciones de clima imperantes no son favorables generalmente. Sin embargo, OVSICORI-UNA ha venido midiendo la temperatura, las concentraciones de solutos y otros parámetros físico-químicos del lago ácido cada vez que se logra muestrear sus aguas. Debido a la reanudación de la actividad freática desde agosto del 2011 en el Rincón, luego de un período de casi 13 años de relativa calma, el OVSICORI-UNA ha instalado tres nuevos sismógrafos de banda ancha en los alrededores del volcán para el monitoreo más detallado de la actividad sísmico-volcánica.

El lago ácido del Rincón de la Vieja es físicoquímicamente similar al del Poás. Sus aguas son extremadamente ácidas (pH varía entre -0.02 y 1.2), con temperaturas superiores a la temperatura ambiente ($29^{\circ}\text{C} \geq T \leq 58^{\circ}\text{C}$), y sumamente concentradas en especies iónicas disueltas originadas por la hidrólisis de volátiles magmáticos (SO_2 , H_2S , HCl , HF , HBr , etc.) y por la lixiviación intensa de roca andesítica (Al, K, Na, Ca, P, etc.) (Kempter y Rowe, 2000; Tassi *et al.*, 2006; OVSICORI datos sin publicar). Los solutos iónicos disueltos en el lago imparten a las aguas altos valores de conductividad eléctrica: 70-200 mS/cm (Fig. 17). Los perfiles de los parámetros geoquímicos monitoreados en el lago ácido del Rincón de la Vieja entre febrero 1992 y mayo 2011 muestran fluctuaciones relacionados principalmente con variaciones en el flujo de calor y de fluidos magmático-hidrotermales desde niveles profundos hacia el lago (Fig. 17) (Sáenz, W., 2007; OVSICORI-UNA datos sin publicar).

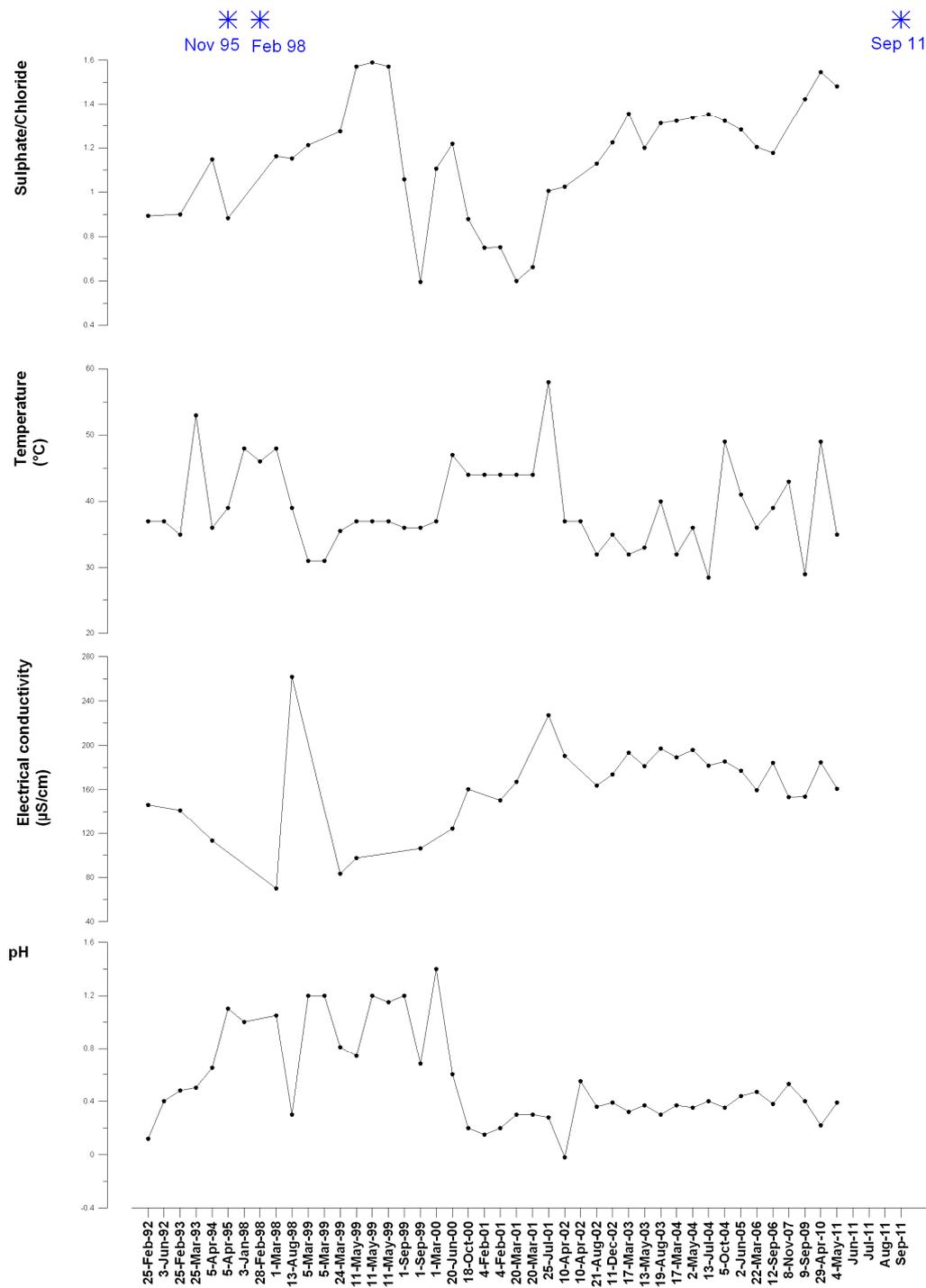


Figura 17. Serie de tiempo de temperatura, pH, conductividad eléctrica, y razones sulfato/cloruro del lago ultraácido del volcán Rincón de la Vieja para el período febrero 1992-setiembre 2011. Datos: Laboratorio de Geoquímica Volcánica "Dr. Eduardo Malavassi Rojas" - Programa de Vigilancia Volcánica OVSICORI-UNA.

Desafortunadamente, no nos fue posible muestrear y hacer mediciones en el lago entre junio y setiembre del 2011 (por las malas condiciones del tiempo) lo que nos ha impedido visualizar posibles recientes cambios en los parámetros geoquímicos monitoreados en el lago ácido (Fig. 17). Sin embargo, un sistema fijo instalado por el OVSICORI-UNA en una de las fuentes termales del volcán Rincón de la Vieja (fuente termal sitio No. 4), el cual registra la temperatura

cada 30 minutos, muestra un aumento sistemático y apreciable en la temperatura de las aguas de dicha fuente termal entre agosto y setiembre del 2011 (Fig. 18). Este incremento sistemático en la temperatura de la fuente termal observado entre agosto y setiembre 2011 es consistente con los recientes reportes de observación de explosiones freáticas en el cráter activo (Duarte *et al.*, 2011).

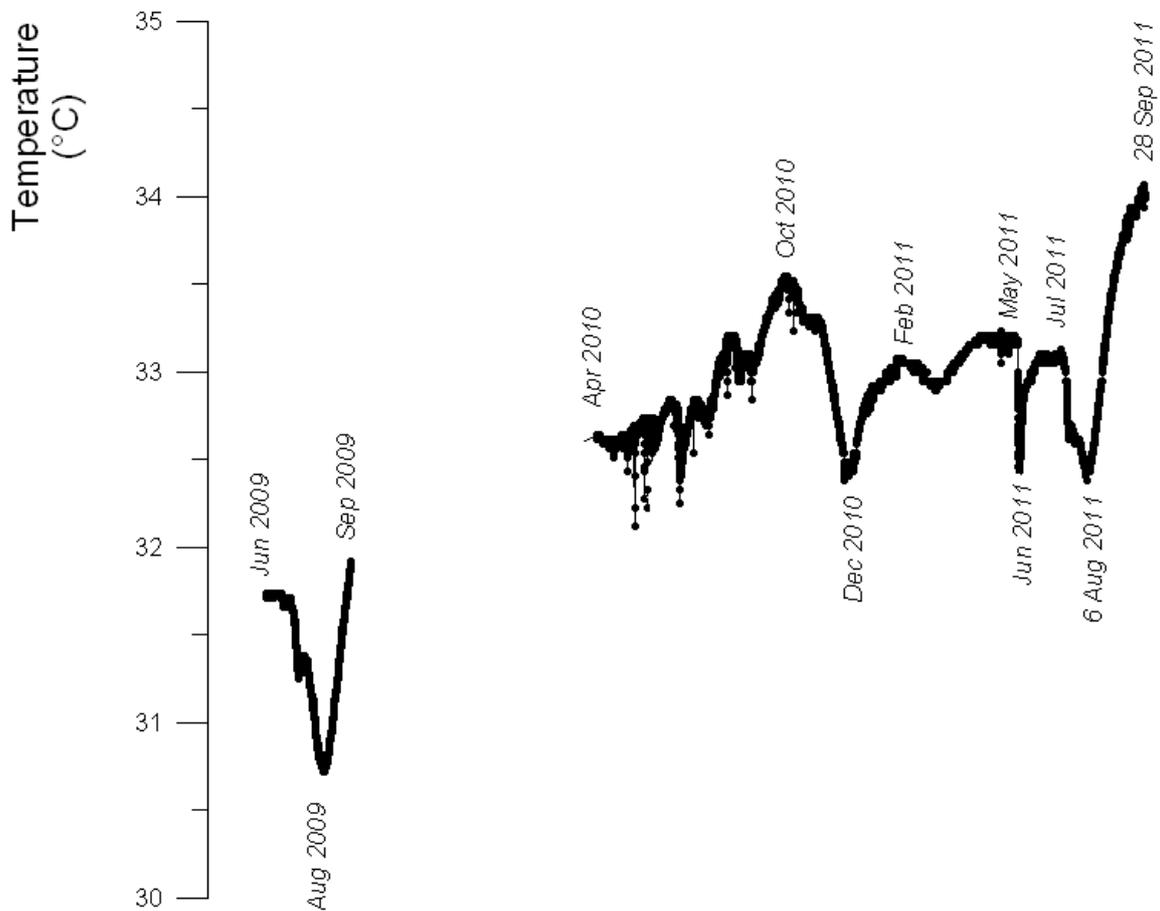


Figura 18. Serie de tiempo de temperatura registrada con sensor acoplado a datalogger en la fuente termal (sitio No. 4) en el volcán Rincón de la Vieja en el período junio 2009-setiembre 2011. Datos: Laboratorio de Geoquímica Volcánica "Dr. Eduardo Malavassi Rojas"-Programa de Vigilancia Volcánica del OVSICORI-UNA.

Deformación del edificio volcánico

La red de deformación del volcán Rincón de la Vieja incluye medición de distancias a través de redes de EDM localizada en el sector norte (Buenos Aires de Upala) y en el sector oeste (Cañas Dulces) del volcán.

En la Fig. 19 se muestra el distanciómetro de largo alcance utilizado en la observación de los datos EDM. El sitio de observación es un pilar de concreto de altura fija, a efecto de minimizar los errores asociados a la determinación de la altura del eje del instrumento.

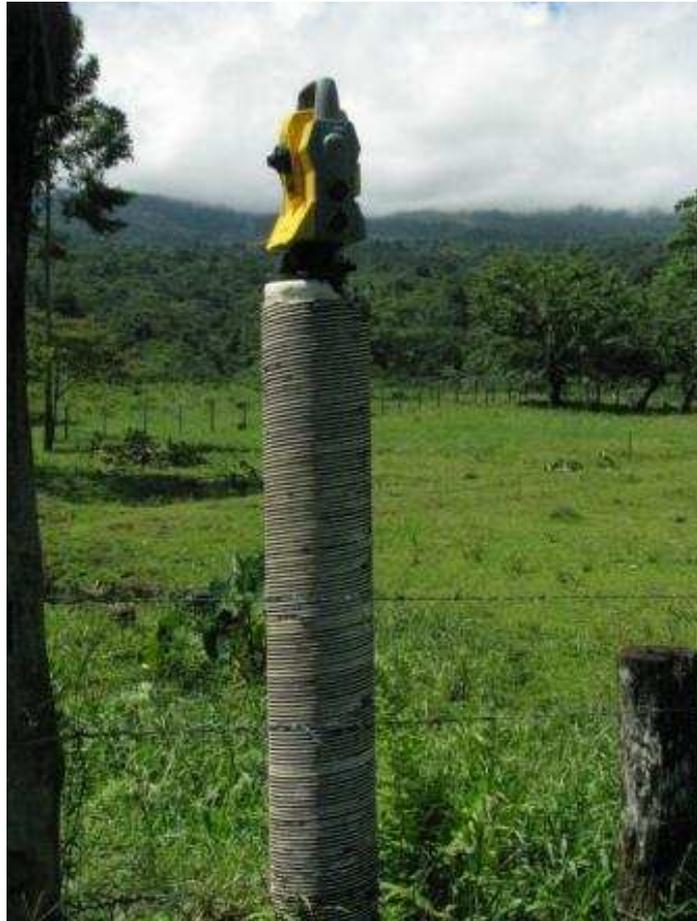


Foto: Rodolfo van der Laat, 27 setiembre 2011-OVSICORI-UNA.

Figura. 19. Distanciómetro o EDM en el sitio de medición Buenos Aires, sector norte del volcán Rincón de la Vieja.

La Fig. 20 muestra los resultados actualizados al día 27 de setiembre de 2011. Los cambios registrados en las distancias se encuentran dentro del margen de error de la técnica EDM aplicada. Sin embargo, se puede apreciar, en relación a los datos de setiembre 2009, una extensión en las tres líneas que en promedio corresponde a 3.8 partes por millón (mm/km). La interpretación preliminar es la deflación del edificio volcánico, asociada posiblemente a la desgasificación permanente a través del cráter activo.

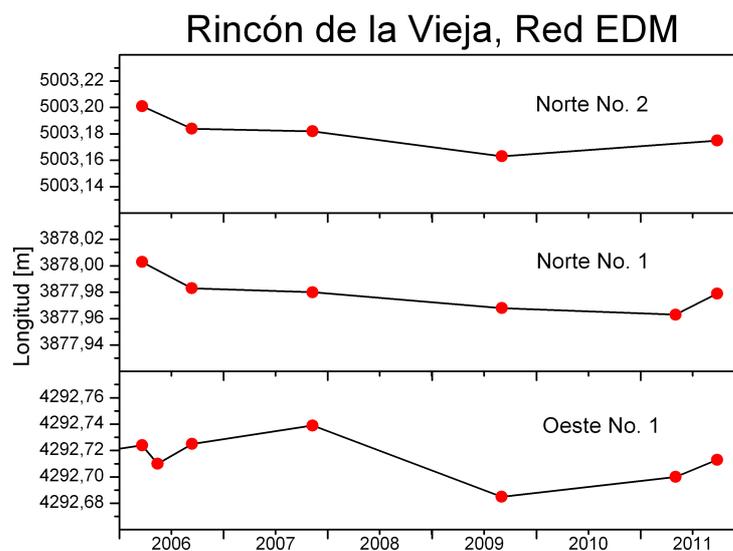


Figura. 20 Cambios registrados en distancias medidas con EDM en el volcán Rincón de la Vieja.

Referencias

- Barquero, J.A., Segura, J. 1983. La actividad del Volcán Rincón de la Vieja. *Bol. Vulcanol.* 13. Escuela de Ciencias Geográficas, Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.
- Duarte, E., Fernández, E., van der Laat. 2011. Las Recientes Erupciones Freáticas en el Volcán Rincón de la Vieja (Boletín de Prensa, 28 de setiembre de 2011). En:<http://www.ovsicori.una.ac.cr/pdf/2011/BoletprensaRin27911Freat.pdf>.
- Fernández, E., Duarte, E., Malavassi, E., Barboza, V., Van der Laat, R., Sáenz, R., Martínez, M., Marino, T. 1995. Informe anual sobre el estado de los volcanes 1995. OVSICORI-UNA Heredia, pág. 4.
- Kempton, K.A., Rowe, G.L. 2000. Leakage of active crater lake brine through the north flank at Rincón de La Vieja volcano, northwest Costa Rica, and implications for crater collapse. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 97: 143-160.
- Fernández, E., Duarte, E., Malavassi, E., Barboza, V., Van der Laat, R., Sáenz, R., Martínez, M., Marino, T. 1998. Actividad eruptiva del volcán Rincón de la Vieja en Setiembre de 1998. En:http://www.ovsicori.una.ac.cr/informes_prensa/1998/BoldeprensaErupcionelVolRincondelaVieja9setiembre1998.pdf. Accesado en setiembre 2011.
- Martínez, M. 2008. Geochemical evolution of the acid crater lake of Poás Volcano (Costa Rica): Insights into volcanic-hydrothermal processes. *Ph.D. thesis*, University of Utrecht, the Netherlands.
- Sáenz, W. 2007. Análisis de muestras de aguas del lago cratérico ultraácido del volcán Rincón de la Vieja recolectadas entre 1992 y 2006. En informe abierto: Práctica Profesional Química Industrial. Escuela de Química Universidad Nacional, Heredia Costa Rica.
- Soto, G. J., Alvarado, G.E., Goold, S. 2003. Erupciones <3800 a.P. del volcán Rincón de la Vieja, Costa Rica. *Rev. Geológica América Central, Costa Rica*, 29: 67-86.
- Tassi, F., Vaselli, O., Duarte, E., Fernández, E., Martínez, M., Sáenz, W., Delgado, A., Bergamaschi, F. 2006. Crater Lakes of Costa Rica: A Geochemical Survey. Proceedings of the Meeting Cities on volcanoes 4, Quito Ecuador. January 2006.