

## **Boletín de Vulcanología Estado de los Volcanes Marzo 2012**



Foto: Geoffroy Avard OVSICORI-UNA

Vista de dos plumas muy bien definidas emitidas desde el Cráter Oeste del Volcán Turrialba observadas desde Heredia centro el 27 de marzo del 2012. Nótese estela lechosa de gases y partículas moviéndose en forma casi horizontal hacia el norte en dirección del Parque Nacional Braulio Carrillo.

Elaborado y revisado por: Dra. María Martínez C., Dr. Geoffroy Avard,  
Dr. Javier Pacheco A., Wendy Sáenz V., Lic. Jorge Brenes M., MSc. Eliécer Duarte G. y  
Lic. Erick Fernández S.

**Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica  
OVSICORI-UNA**

## VOLCÁN IRAZÚ

El lago ubicado en el cráter activo presenta un color turquesa, con un nivel similar al mes anterior, aunque el mismo ha incrementado debido a las lluvias del inicio del periodo lluvioso. En las paredes internas de este cráter, específicamente en los sectores NE, SW y S se siguen produciendo pequeños deslizamientos.

El área fumarólica del flanco interno noroeste se mantiene con un nivel bajo de emisión de gases.

### **Sismicidad**

Durante el mes de marzo no se reportaron sismos sentidos en la región del Irazú. Sin embargo, el volcán Irazú sigue presentado bajos niveles de sismos volcano-tectónicos (Figura 1). Los sismos localizados no alcanzan magnitudes mayores a 3.0 ni sobrepasan profundidades mayores a 5 km (Figs. 9 y 10 en la sección del volcán Turrialba que aparece más adelante en este documento). Estos pequeños sismos son producto de movimiento en fallas tectónicas orientadas en una dirección NE-SO que su ubican entre los macizos de los volcanes Irazú y Turrialba.

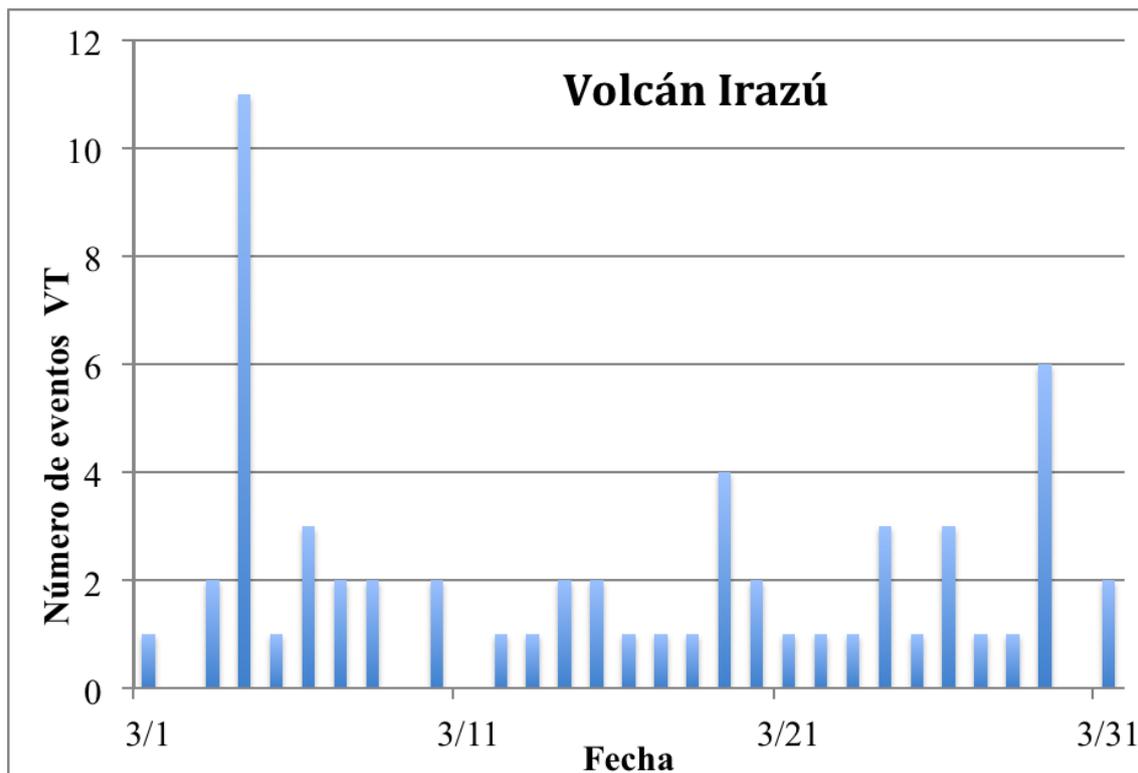


Figura 1. Número de sismos volcano-tectónicos registrados diariamente, ubicados y asociados al macizo del volcán Irazú.

## VOLCÁN POÁS

### Lago ultraácido

El lago ultraácido del Poás presenta un color gris verdoso, con celdas de convección en la parte central en forma esporádica debido a la actividad de fumarolas subacuáticas. Hay abundantes partículas de azufre fundido flotando sobre la superficie del lago. La temperatura del lago registró 46°C. El agua del lago cratérico registró un pH= -0.23 medido *in situ con termocupla de superaleación*. El nivel del lago descendió con respecto a febrero significativamente, aproximadamente 1m (Fig. 2).

En este mes de marzo se reportan varias erupciones freáticas en el lago ácido, la mayoría pequeñas, con al menos dos de ellas de moderada energía que lograron lanzar agua, sedimentos y bloques en los alrededores del lago.

### Cono piroclástico compuesto o “Domo”

Fumarolas de alta temperatura (>600°C) con emisión de gases azulados y un moderado sonido similar a un “jet” se mantienen en la parte alta del sector norte del cono piroclástico compuesto llamado “Domo” o “criptodomo”. En una de las fumarolas accesibles se registró en forma directa con termocupla de superaleación una temperatura de 607°C. Un aumento en la cantidad de azufre elemental depositado fue notado en varios sitios alrededor del “Domo”, donde prevalecen temperaturas más bajas (~300°C) (Fig. 2).

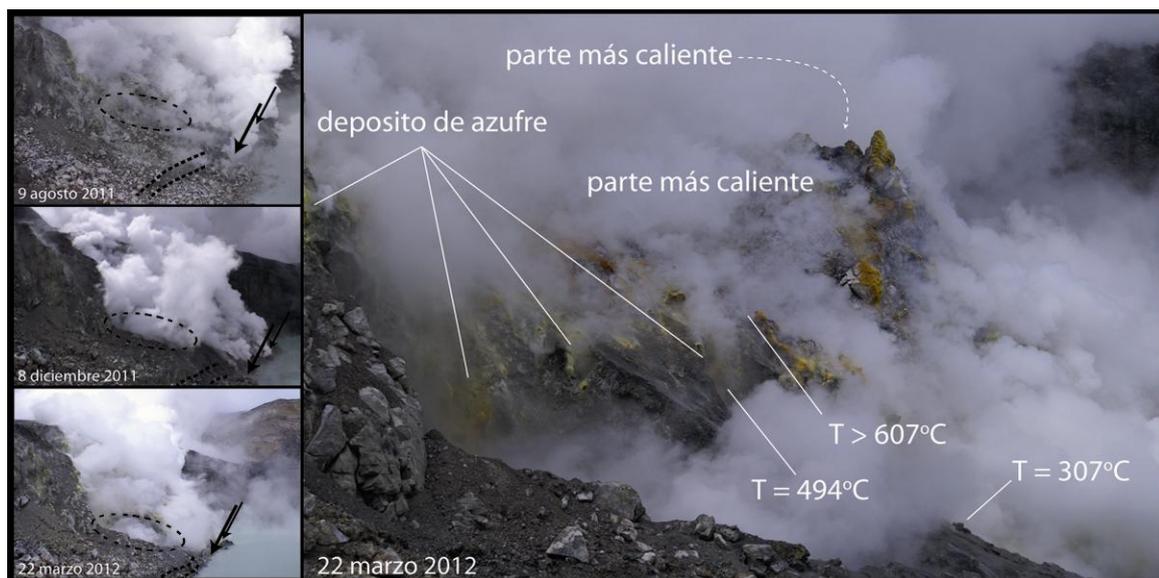


Figura 2 .A la izquierda: Cambios del nivel del lago ácido entre agosto2011 y marzo 2012. A la derecha: Vista sobre la parte activa noreste del “Domo”. (fotos: G. Avará).

### Sismicidad

En marzo, la sismicidad en el volcán Poás está dominada por sismos volcánicos de baja frecuencia (sismos LP) y pequeñas erupciones freáticas esporádicas. El número de eventos contabilizados varía entre menos de 10 sismos y hasta 60 sismos diarios. Estos sismos se relacionan con la actividad hidrotermal y fumarólica en el volcán. Además, se registraron dos sismos volcano-tectónicos (VT) en la segunda mitad del mes de marzo, probablemente asociados a las fallas de Cinchona y Fraijanes.

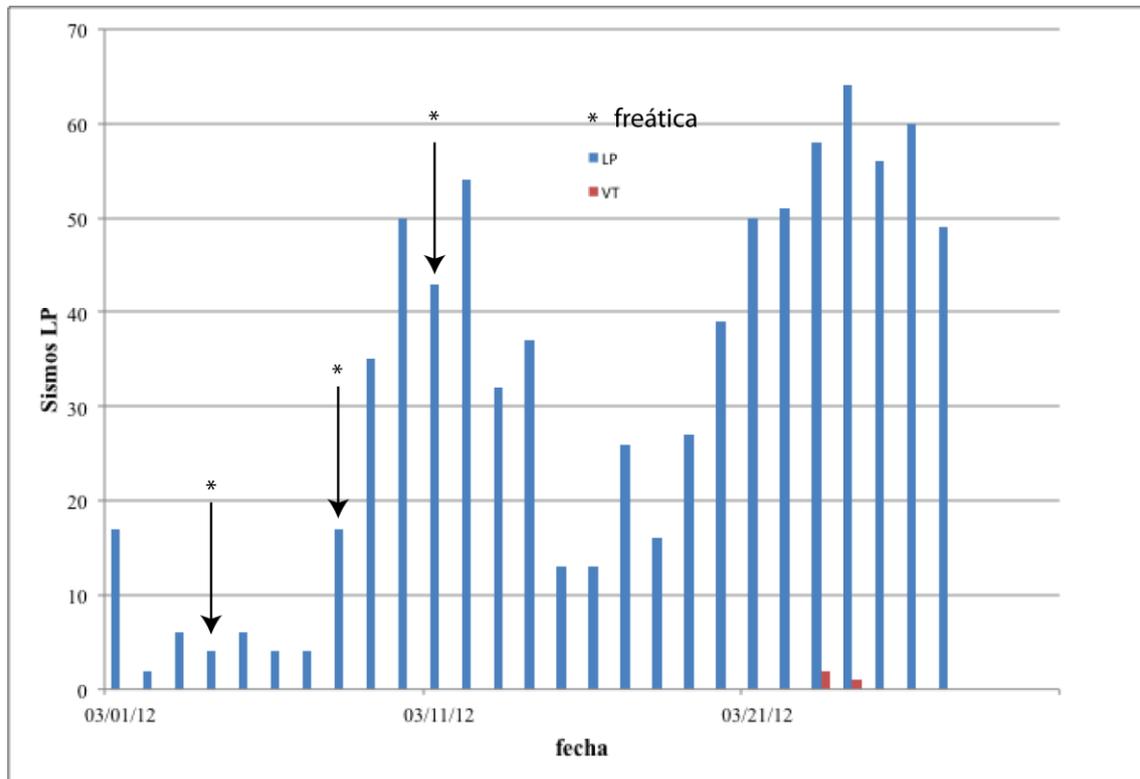


Figura 3. Número de sismos volcánicos registrados por día en el volcán Poás. Las barras azules representan el conteo de sismos de bajo período (LP), las barras rojas representan sismos volcano-tectónicos (VT), y los asteriscos erupciones freáticas.

### VOLCÁN ARENAL

Continúa en su fase de reposo, con un nivel bajo de emisión de gases. De acuerdo a reportes de los pobladores de La Palma (en el flanco norte), y del sector del Castillo (en el flanco suroeste), no se ha vuelto a escuchar explosiones ni a observar emisiones de cenizas o flujos de lava, excepto por la débil emisión de vapor de agua y gases en la parte superior noreste del cráter activo, Cráter C. Por otro lado, el antiguo cráter D, presenta actividad fumarólica con nivel bajo de emisión de vapores y gases.

### VOLCÁN TURRIALBA

Continúa con actividad fumarólica vigorosa concentrada principalmente en la región que comprende el Cráter Oeste. Las temperaturas de las bocas fumarólicas 2011 y 2012 se mantienen estables con valores superiores a los 750°C (Fig.4), con una alta tasa de emisión de gases magmáticos. Los flujos de CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S que difunden a través del suelo, medidos en la región entre los cráteres Oeste y Central, y a través de la Falla Ariete se mantienen con un nivel entre bajo y normal.

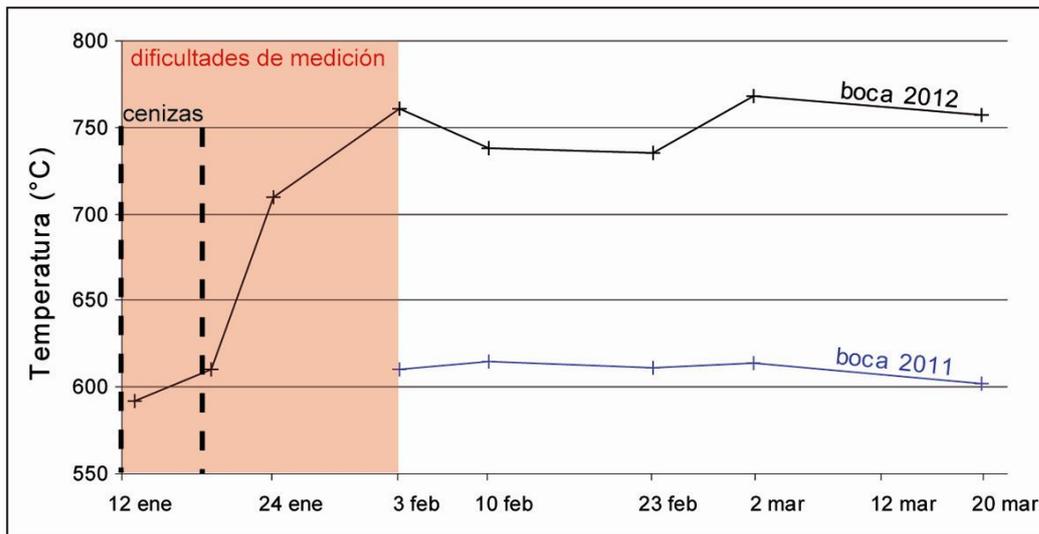


Figura 4. Evolución de la temperatura de las bocas fumarólicas 2011 y 2012 desde la apertura de la boca 2012. Las mediciones se hacen directamente in situ con una termocupla de superaleación.

El día 27 de marzo de 2012 circuló preocupación entre la opinión pública acerca de la doble pluma observada en la cima del Volcán Turrialba. (Fig. 3).

Bajo condiciones atmosféricas donde hay un ambiente de inestabilidad o gradientes significativos de temperatura en las capas atmosféricas, se favorece la convección acelerada del aire hacia niveles superiores de la atmósfera (columna térmica) lo que propicia el ascenso rápido y vertical de las plumas volcánicas que se elevan sobre la cima del volcán generándose mayor condensación del vapor de agua y gases dando como resultado plumas verticales bien definidas como las que se han venido observando elevándose sobre las bocas fumarólicas principales que se abrieron en enero 2010 y principios del año 2011 en el Cráter Oeste (Figs 5 a 8). Sin embargo, la observación de las dos plumas de vapor, gas y partículas saliendo del Cráter Oeste del Turrialba no es una característica reciente. Estas dos plumas se han venido observando con frecuencia cambiando su tamaño e intensidad desde marzo del 2011 hasta el presente, tal y como se observa en las siguientes fotografías (Figs. 5 a 8) (Fernández *et al.*, 2011a, 2011b; Duarte, 2011a):

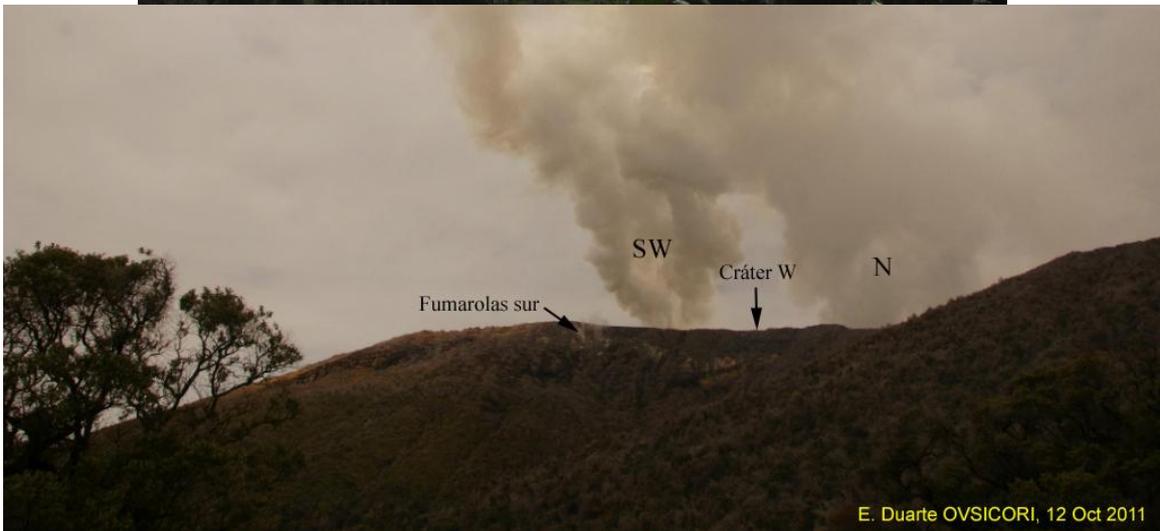
VOLCAN TURRIALBA Tue Mar 27 08:38:27 2012



*Figura 5. Imagen grabada mediante la cámara web ubicada en la cima del Volcán Turrialba del 27 de marzo del 2012. Vista desde el borde sur del Cráter Este.*



*Figura 6. Vista de dos plumas muy bien definidas emitidas desde el Cráter Oeste del Volcán Turrialba observadas desde Heredia centro el 27 de marzo del 2012. Nótese estela lechosa de gases y partículas moviéndose en forma casi horizontal hacia el norte en dirección del Parque Nacional Braulio Carrillo. Foto: Dr. Geoffroy Avard Programa de Vigilancia Volcánica del OVSICORI-UNA.*



*Figura 7. Vista superior: Volcán Turrialba desde el oeste donde se aprecian las dos plumas: una originada en la boca fumarólica enero 2010 y la pluma más pequeña de boca fumarólica del 2011. Foto del 19 de mayo del 2011 a las 9:33 a.m. tomada por Ing Rodolfo van der Laat. Vista inferior: Cima del Cráter Oeste con dos plumas observadas de S a N tomada desde la caseta de control de acceso de los guardaparques del Parque Nacional Volcán Turrialba el 12 de octubre del 2011.*

A principios de abril 2012 se continua apreciando con frecuencia las dos plumas (Fig. 8).



*Figura 8. Volcán Turrialba visto desde Guayabo de Turrialba el 1 de abril del 2012.  
Foto cortesía de Alejandro Calderón Aguilar.*

### **Sismicidad**

Durante el mes de marzo no se reportaron sismos sentidos en el volcán Turrialba. Con excepción del día 15 de marzo, cuando se registraron más de 250 sismos volcánicos, la sismicidad se mantuvo en menos de 50 sismos volcánicos diarios (Figura 9). Durante el mes de marzo no se registraron sismos de período ultra largo (VLP), comunes durante los años de 2010 y 2011. La mayoría de los sismos LP registrados son del tipo híbrido y se localizan dentro de la zona cuspidal del volcán, bajo el Cráter Oeste. Las magnitudes de estos eventos no sobrepasa un valor de 2.5 y su profundidad se calcula entre 0 y 2 km bajo el Cráter Oeste (Fig. 10). Por otro lado, la sismicidad volcano-tectónica se distribuye principalmente dentro del macizo del volcán Irazú, a lo largo de una zona de debilidad cortical conformada por fallas orientadas NE-SO, coincidente con la alineación de conos volcánicos y las fallas Ariete y Elia.

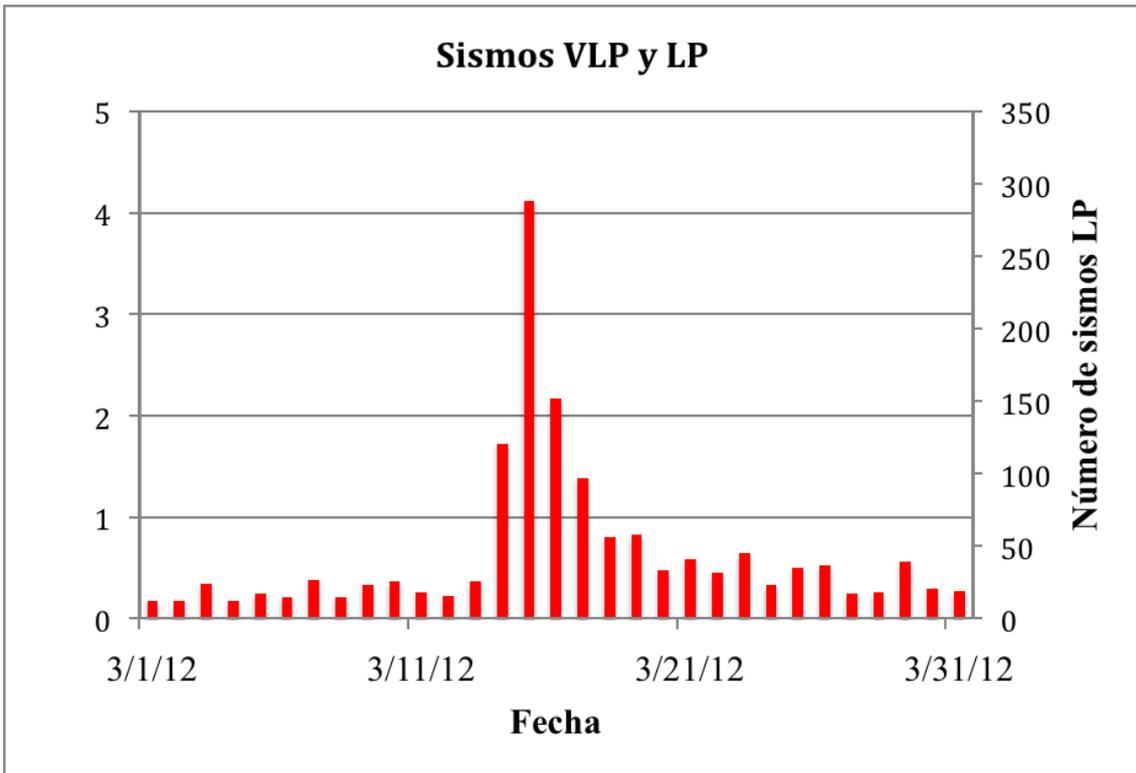


Figura 9. Número de sismos LP diarios registrados durante el mes de marzo en el volcán Turrialba.

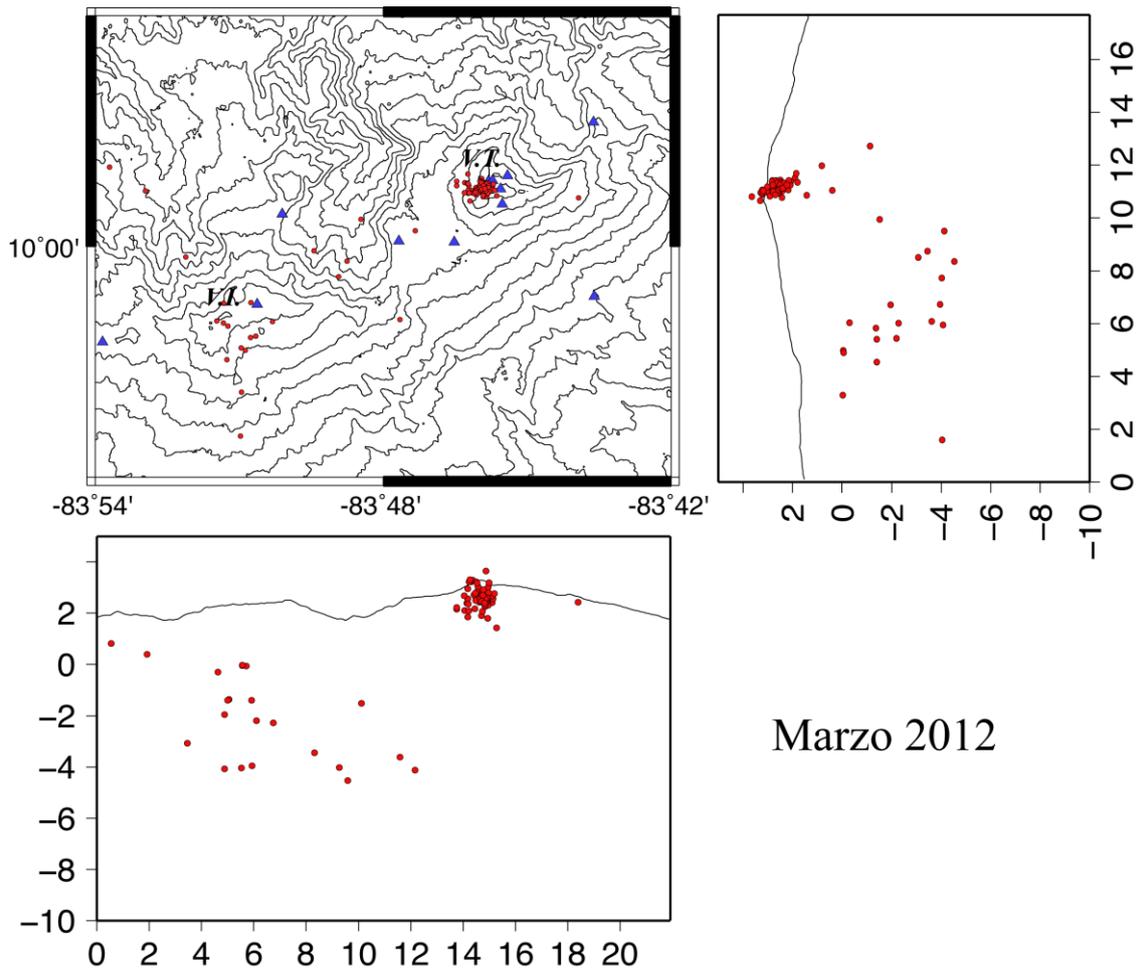


Figura 10. Sismos volcano-tectónicos e híbridos localizados entre el volcán Irazú y el volcán Turrialba durante el mes de marzo, 2012.

**Emisión de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) del volcán Turrialba:  
Período octubre 2008-marzo 2012**

Estimaciones “groseras” del nivel de emisión de la masa de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) exhalada por el volcán Turrialba a la atmósfera a través de observaciones del sensor UV satelital holandés-finlandés “Instrumento de Monitoreo de Ozono” (OMI) , lanzado en el satélite Aura de la NASA en Julio del 2004, indica en general que durante el transcurso del año 2012 la masa de SO<sub>2</sub> emitida continua siendo relativamente baja y similar a los valores observados desde finales de abril del 2011 hasta el presente, es decir una emisión que representa una masa de SO<sub>2</sub> que alcanza a lo sumo 500 toneladas por día. Estas observaciones son consistentes con los niveles relativamente bajos de actividad sísmica que se vienen observando en el volcán Turrialba también desde marzo-abril del 2011 hasta la actualidad. Sin embargo, entre el 19 y el 22 de marzo, se observó un ligero aumento en la cantidad de SO<sub>2</sub> emitido lo que coincide con el aumento en la sismicidad tipo LP registrada el 15 de marzo del 2012 (Fig. 9). Los datos mostrados en la Fig. 11 son aquellos obtenidos de las imágenes satelitales con menor ruido de fondo y/o “artefactos”.

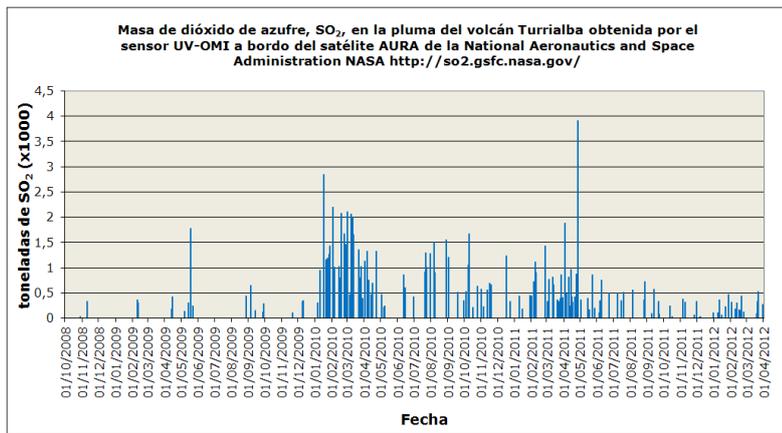


Figura 11. Masa de SO<sub>2</sub> en la pluma del volcán Turrialba inferida del análisis de imágenes del sensor UV-OMI a bordo del satélite AURA de la NASA entre octubre del 2008 y marzo del 2012. Los datos de masa de SO<sub>2</sub> corresponden al total de SO<sub>2</sub> detectado por el instrumento OMI cuando el satélite sobrevuela la región de América Central de modo que la información no está corregida respecto al nivel “de fondo” de SO<sub>2</sub> ni filtrada para remover “ruido” por lo que no se distingue las condiciones de SO<sub>2</sub> de fondo del SO<sub>2</sub> emitido solamente por el volcán. Esta es la masa de SO<sub>2</sub> inferida cuando el satélite sobrevuela sobre el istmo alrededor de las 18:00-19:00 UTC. Fuente: <http://so2.gsfc.nasa.gov/>

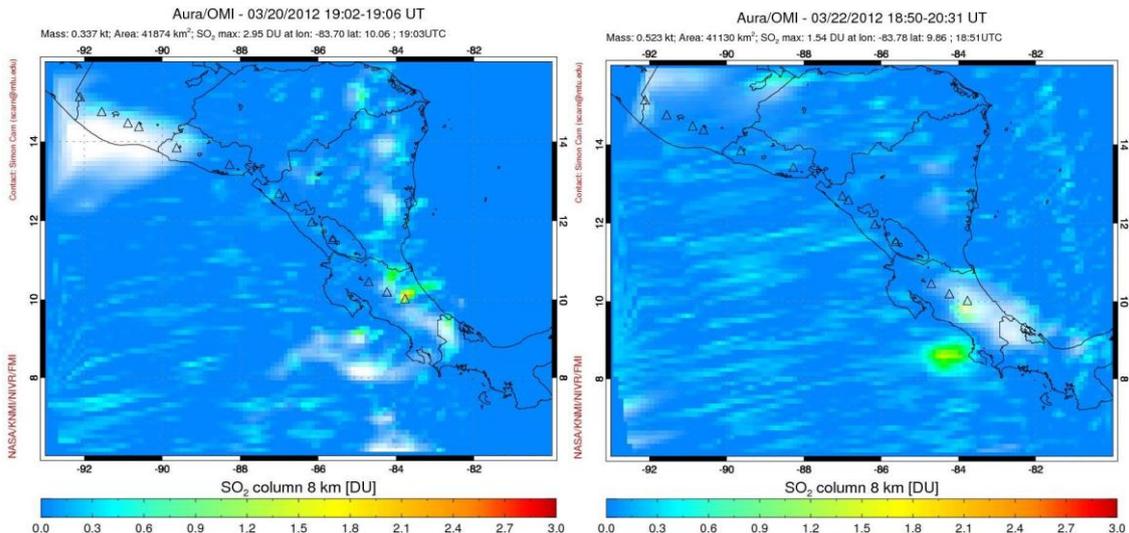


Figura 12. Pluma del gas dióxido de azufre, SO<sub>2</sub>, del volcán Turrialba detectada por el sensor UV-OMI a bordo del satélite AURA de la NASA el 20 y el 22 de marzo del 2012. En la imagen de la izquierda se muestra la pluma enriquecida en SO<sub>2</sub> (aprox. 340 toneladas), desplazándose hacia el noreste de Costa Rica sobre la región de San Carlos, Barra del Colorado, y Tortuguero. A la derecha, la pluma volcánica se muestra también rica en SO<sub>2</sub> y la misma se desplaza en una dirección predominantemente suroeste sobre los Cerros de la Carpintera, Dominical, Península de Osa, y el Océano Pacífico. Fuente: <http://so2.gsfc.nasa.gov/>

## VOLCÁN RINCÓN DE LA VIEJA

### **Lago ultraácido**

De acuerdo a los registros históricos del volcán Rincón de la Vieja que datan desde 1851, al menos seis periodos de actividad eruptiva consistente en explosiones freáticas impulsadas por vapor y volátiles calientes, se han documentado: 1) 1854-63, 2) 1912, 3) 1922, 4) 1966-70, 5) 1998, y 6) 2011 (Fernández *et al.*, 1995, 1998; Soto *et al.*, 2003). Actividad freatomagmática ocurre rara vez, las tres más recientes ocurrieron en: 1) Entre febrero 1983 y marzo 1984, 2) año 1991, y 3) años 1995 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 pero moderada en la región confinada dentro del cráter activo. En agosto del 2011 inició un nuevo ciclo de actividad freática que continua hasta el presente: Así se han observado en forma esporádica varias explosiones freáticas discretas en el lago ultraácido, una de las cuales generó un pequeño lahar a lo largo de algunos ríos y afluentes afectando principalmente la fauna acuática (Duarte *et al.*, 2011b).



Figura 13. Volcán Rincón de la Vieja: Foto sobrevuelo realizado el 6 de marzo del 2011 temprano en la mañana por el Ingeniero Federico Chavarria Kopper funcionario del OVSICORI-UNA. El lago ultraácido del Volcán Rincón de la Vieja luce un color celeste turquesa lechoso indicativo de una débil actividad de las fumarolas subacuáticas que inyectan calor y gases por debajo del lago. Obsérvese el alto nivel del lago, las fumarolas en la pared interna al oeste del cráter y azufre fundido flotando en la superficie en el borde noreste. Vista desde el este-sureste.



Figura 14. Volcán Rincón de la Vieja: Foto sobrevuelo realizado hoy 14 de abril del 2012 alrededor de las 8 a.m. por el Ingeniero Federico Chavarria Kopper funcionario del OVSICORI-UNA. El lago ultraácido del Volcán Rincón de la Vieja luce un color gris lechoso debido a convección producida por la inyección de gases magmáticos y calor por debajo del lago desde fumarólicas subacuáticas. Obsérvese que el nivel del lago está más alto que en marzo del 2011. Vista del lago desde el este-sureste. Un mes antes, el 14 de marzo 2012 un grupo del OVSICORI-UNA observó en el lago condiciones similares a la de la foto: Un nivel alto, color gris, convección moderada y azufre fundido flotando en la superficie.

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 y 14).

En la visita de campo realizada a la cima del volcán Rincón de la Vieja el 14 de marzo del 2012 se hicieron observaciones desde el borde del cráter activo. La superficie del lago cratérico ultraácido presentó algo de evaporación y azufre fundido de color oscuro flotando en la superficie en los bordes del mismo. Su color era gris lechoso y la temperatura en el borde cerca de la pared del cráter fue de  $27^{\circ}\text{C}$ . La actividad fumarólica se mantiene en el sector sur y suroeste de la pared interna del cráter activo con depositación de azufre nativo y un nivel de emisión moderado. Las plumas de gases y vapor de agua logran sobrepasar el borde 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 en marzo 2012 son de pequeño tamaño, con columnas de gases, agua y sedimentos que caen dentro del cráter activo.

La geoquímica del lago ácido del Rincón de la Vieja no se monitorea con regularidad 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 (Fig. 15).

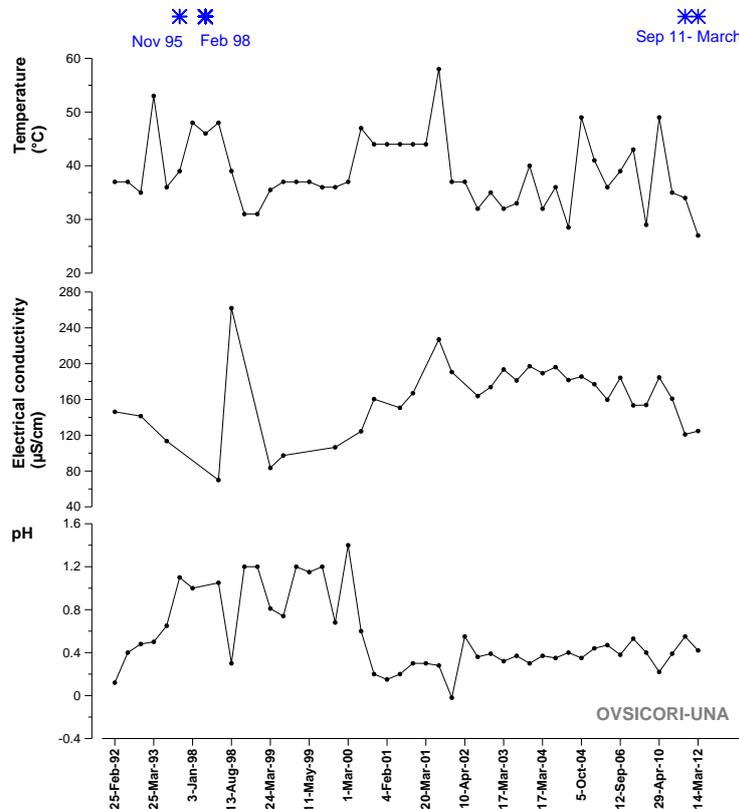


Figura 15. Serie de tiempo de temperatura, pH, conductividad eléctrica, y pH del lago ultraácido del volcán Rincón de la Vieja para el periodo febrero 1992-14 marzo 2012. Datos: Laboratorio de Geoquímica Volcánica "Dr. Eduardo Malavassi Rojas" - Programa de Vigilancia Volcánica OVSICORI-UNA.

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 ( $27^{\circ}\text{C} \geq T \leq 58^{\circ}\text{C}$ ), y sumamente concentradas en especies iónicas disueltas originadas por la hidrólisis de volátiles magmáticos ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{HBr}$ , 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. 15). Los perfiles de los parámetros geoquímicos monitoreados en el lago ácido del Rincón de la Vieja entre febrero 1992 y marzo 2012 muestran fluctuaciones relacionados principalmente con variaciones en el flujo de calor y de fluidos magmático-hidrotermales desde niveles profundos hacia el lago (Sáenz, W., 2007; OVSICORI-UNA datos sin publicar).

De acuerdo a informes de pobladores y funcionarios del Parque Nacional Volcán Rincón de la Vieja ubicados en los sectores norte y suroeste del volcán, las explosiones escuchadas y reportadas el 23 de enero 2012 en la madrugada en el sector de Guachipelín correspondían a la "Diana" celebrada en Liberia esa madrugada con juegos de pólvora. Esto es consistente con el hecho de que las estaciones sísmicas del OVSICORI-UNA ubicadas en las inmediaciones del volcán Rincón de la Vieja no registraron ninguna señal sísmica relacionada con alguna explosión volcánica que pudiera ser escuchada en Guachipelín por lo que el OVSICORI-UNA concluyó que debía tratarse de alguna explosión no relacionada con el volcán (Pacheco *et al.*, 2012).

### **Fuentes termales y pailas de barro**

El 14 de marzo del 2012 se visitaron varias fuentes termales y pailas de barro en los sectores norte y suroeste (Las Pailas) del volcán Rincón de la Vieja con el fin de muestrear y hacer mediciones geoquímicas in situ para propósitos de monitoreo e investigación.



Figura 16. Monitoreo de las fuentes termales y pailas de barro en los sector suroeste (1y3) y sector norte (2) del Volcán Rincón de la Vieja. (fotos: M. Martínez y G. Avard).

Las pailas de barro presentan temperaturas entre los 80 y los  $115^{\circ}\text{C}$  (Figs 1 y 3) y tienen un bajo nivel de agua debido a la influencia de la estación seca.

La Naciente Volcancito al norte en Buenos Aires de Upala presenta un pH de 6.35 (aguas solo ligeramente ácidas) y una conductividad eléctrica de 5.95 mS/cm. La Quebrada Pailas en el sector de Las Pailas al suroeste del volcán tiene aguas ligeramente alcalinas (pH=7.44) y una conductividad eléctrica de 191  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . El Río Colorado ubicado también en el sector de Las Pailas por lo contrario presenta aguas bastantes ácidas (pH=4.62) no aptas para seres vivientes como los peces, y una conductividad eléctrica de 102  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

## Referencias

- Duarte, E., 2011a. Instauración de una zona de aniquilación vegetal en el NW del volcán Turrialba. <http://www.ovsicori.una.ac.cr/vulcanologia/informeDeCampo/2011/InfNWTurri12oct11.pdf>.
- Duarte, E., Fernández, E., van der Laat. 2011b. 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. 1998. Actividad eruptiva del volcán Rincón de la Vieja en Setiembre de 1998.  
En:[http://www.ovsicori.una.ac.cr/informes\\_prensa/1998/BoldeprensaErupcionenelVolRincondelaVieja9setiembre1998.pdf](http://www.ovsicori.una.ac.cr/informes_prensa/1998/BoldeprensaErupcionenelVolRincondelaVieja9setiembre1998.pdf). Accesado en setiembre 2011.
- Fernández, E., Martínez, M., Sáenz, W., Duarte, E., Villalobos, A. 2011a. Boletín de Vulcanología Estado de los volcanes mayo 2011.<http://www.ovsicori.una.ac.cr/vulcanologia/estadovolcanes/2011/mayo2011.pdf>.
- Fernández, E., Martínez, M., Avard, G., Duarte, E., Sáenz, W., Villalobos, A. 2011b. Boletín Estado de los volcanes noviembre 2011. <http://www.ovsicori.una.ac.cr/vulcanologia/estadovolcanes/2011/noviembre2011.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.
- Pacheco, J. F., Martínez, M., Avard, G., Brenes, J., Duarte, E. 2012. Boletín de Prensa Informe de actividad del volcán Rincón de la Vieja en febrero del 2012. <http://www.ovsicori.una.ac.cr/pdf/2012/InfoRinconVieja19-23Feb2012.pdf>
- 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.