



Boletín de Vulcanología Estado de los Volcanes Mayo del 2012



Pluma del volcán Turrialba el 16 de mayo del 2012 (foto: G.Avard)

Geoffroy Avard, Javier Fco. Pacheco, María Martínez, Jorge Brenes, Efraín Menjívar, Rodolfo van der Laat, Wendy Sáenz, Alejandro Agüero, Jackeline Soto.

> Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica OVSICORI-UNA

I_Volcán Turrialba

En mayo del 2012, la actividad del Volcán Turrialba se concentró en su mayoría en el sistema hidrotermal. La actividad sísmica se caracterizó por ser superficial de tipo volcano-tectónica, además presentó algunos tremores volcánicos de baja amplitud y corta duración asociados a movimiento de fluidos a través de grietas. Se observó un aumento del flujo de CO_2 y pequeños cambios de las anomalías térmicas en el Cráter Central.

I_1 V.Turrialba: Sismología

La sismicidad del volcán Turrialba se mantiene estable, con la ocurrencia de menos de 50 sismos diarios (Fig.1). El tipo de sismo que se registra principalmente corresponde a sismos volcano-tectónicos superficiales (arriba del nivel del mar), localizados dentro del sistema hidrotermal ubicado en la cima del volcán (Fig.2). También se registran algunos sismos volcano-tectónicos más profundos (menos de 5 km bajo nivel del mar) asociados a fallamiento local. Por último, se registran sismos de baja frecuencia o LP asociados a movimiento de fluidos a través de grietas (Fig.3). Aunque estos últimos no pueden localizarse con precisión, por sus características se ubican dentro de la región ocupada por el sistema hidrotermal. En ocasiones estos sismos presentan mayor duración, hasta 50 segundos, por lo que podrían considerarse tremores volcánicos de baja amplitud y corta duración (Fig.4).



Figura 1: Número de sismos registrados por la red del volcán Turrialba durante el mes de mayo, 2012. Barras en rojo indican el número de sismos diarios registrados, las barras azules indican el número de sismos de período muy largo o VLP registrados.



Figura 2: Mapa muestra la localización de los sismos volcano-tectónicos de los volcanes Irazú y Turrialba (puntos rojos) ocurridos durante el mes de mayo, 2012. También se localizan los sismos de baja frecuencia del volcán Irazú (puntos azules).



Figura 3: Sismo LP seguido de un sismo VT. Arriba se muestra el sismograma, en el centro el espectrograma y abajo el espectro del sismo LP.



amplitud y corta duración.

I 2 V.Turrialba: Deformación

La red de EDM localizada en la cima del volcán Turrialba muestra cambios significativos solamente en una de cinco líneas, por lo que se asume que esa línea tiene movimientos locales no relacionados con la dinámica magmática (Fig.5). La línea GPS denominada CAPI GIBE tampoco muestra cambios significativos (Fig.6). Esta línea mide la distancia entre dos puntos separados por 5,8 km, pasando por la cima del volcán, por lo que una disminución de la distancia indicaría una deflación del volcán y un incremento una inflación o posible intrusión magmática.



VOLCÁN TURRIALBA, RED EDM DE LA CIMA

Figura 5: Longitudes de líneas EDM en la cima del volcán Turrialba



Figura 6: Longitud GPS de la línea CAPI GIBE

I_3 V.Turrialba: Geoquímica

I_3.1 V. Turrialba: Flujo difuso de gases CO₂ y H₂S a través del suelo.

El flujo de CO_2 presentó el 24 de mayo un aumento inusual en la pared este del Cráter Oeste y en el borde sur-suroeste del Cráter Central (Fig.7). El flujo de CO_2 es comparable a los valores medidos previos a la apertura de la boca fumarólica 2012, pero el flujo de H₂S se mantiene con valores bajos, e igual la temperatura. Un solo parámetro no es significativo de un aumento de la actividad volcánica, pero insta a una mayor vigilancia de la zona, especialmente para determinar si se inscribe dentro de una tendencia o si sólo es una anomalía aislada.



Figura 7: Evolución de los flujos de CO₂, H₂S y de la temperatura a 10cm de profundidad en el suelo de la pared este del Cráter Oeste y sobre el borde suroeste del Cráter Central entre el inicio de setiembre del 2011 y finales de mayo del 2012 (foto: G.Avard, el 16 de mayo del 2012).



Figura 8: Vista noreste sobre el Cráter Oeste. Las zonas amarillas representan las zonas de anomalía térmica alrededor del Cráter Central (foto: G.avard el 27 de mayo del 2012, gracias a Federico Chavarría-Kopper).

El monitoreo de gases que difunden a través del suelo y de la temperatura del suelo permite una mejor estimación de las zonas que presentan anomalías hidrotermales.

Resultados preliminares muestran una zona bandeada con orientación norte-sur en la pared este del Cráter Oeste, y en la pared oeste del Cráter Central (Fig.8).

I 3.2 V. Turrialba: Pluma de gases

La actividad fumarólica continúa de manera vigorosa en el Cráter Oeste del volcán Turrialba. Sin embargo, entre mayo 2011 y mayo 2012 la masa del gas volcánico dióxido de azufre, SO₂, emitida hacia la atmósfera por el Turrialba y detectada por los instrumentos OMI del satélite AURA se ha mantenido baja en comparación con los valores observados en el periodo enero 2010-abril 2011, durante el cual se abrieron los boquetes fumarólicos 2010 y 2011 en el Cráter Oeste. En general, la masa de SO₂ detectada durante el paso del satélite sobre el istmo de América Central ha estado por debajo de las 500 toneladas (Figs. 9 y 10).



Figura 9. Masa de SO_2 en la pluma del volcán Turrialba inferida del análisis de imágenes satelitales del AURA/OMI de la NASA entre octubre 2008 y mayo 2012. Los datos de masa de SO_2 corresponden al total de SO_2 detectado por el instrumento OMI del satélite AURA cuando este sobrevuela la región de América Central, de modo que la información no está corregida respecto al nivel "de fondo" de SO_2 . Esta es la masa de SO_2 inferida cuando el satélite sobrevuela sobre el istmo alrededor de las 18:00-19:00 UTC. Fuente: <u>http://so2.gsfc.nasa.</u>



Figura 10. Volcán Turrialba: Izquierda: Imagen del satélite AURA-OMI de la NASA mostrando la pluma del gas dióxido de azufre (SO₂) emitida por el volcán Turrialba el 9 de mayo 2012. La pluma se dirige hacia el suroeste pasando sobre localidades como San José, Pacayas, Tres Ríos, Cerros de La Carpintera, Cerros de Escazú, Puriscal, San Ignacio de Acosta, Fila Cangreja, Herradura, y el Pacífico Central. Derecha: Pluma del Volcán Turrialba vista desde Capellades Alvarado de Oreamuno, Cartago, a las 6:00 a.m. el 30 de mayo 2012. Foto cortesía de Mónica Varela Varela.

I 3.3 V.Turrialba: Depositación total ácida (húmeda + seca)

El OVSICORI-UNA monitorea el nivel de acidificación en el ambiente alrededor de los volcanes causado por las emisiones de gases y partículas volcánicas a la atmósfera, mediante redes de recolectores de depositación total [húmeda (lluvia) y seca]. La depositación total se considera ácida si el pH (nivel de acidez) es igual o inferior a 5.6 (pH \leq 5.6) (Fig. 11).

El volcán Turrialba continúa emitiendo una cantidad considerable de vapores y gases volcánicos ácidos a la atmósfera lo que resulta en acidificación del ambiente. Los gases y partículas volcánicos son transportados desde la atmósfera hacia la superficie terrestre mediante la depositación húmeda y seca (la lluvia es una de las formas de depositación húmeda) afectando flora y fauna, suelos, cuerpos de agua superficiales, infraestructura, salud humana y animal, actividades económicas, etc. Depositación total ácida con pH \leq 5.6 se ha venido registrando en las inmediaciones del volcán Turrialba desde el año 2007, cuando el volcán despertó luego de casi 150 años de reposo. 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 de la cima del volcán Turrialba respectivamente, las lluvias se han mantenido en general bastante ácidas con valores de pH oscilando alrededor de 4 y 4.5 (Fig. 11).



Figura 11. 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≤5.6 corresponden a lluvia ácida (delimitados por línea azul). Datos: Programa de Vigilancia Volcánica - Laboratorio de Geoquímica Volcánica del OVSICORI-UNA.

I 4 V.Turrialba: Otras observaciones

Dos sitios con incandescencia fueron observados desde el mirador el 17 y el 24 de mayo del 2012. Corresponden a las bocas fumarólicas 2012 y la boca 2011 (Fig.12a). La

incandescencia se debe a la presencia de gases a altas temperaturas en combustión (Fig.12b), sobrepasando 600°C (boca 2011) y 750°C (boca 2012), pero la mayor parte del tiempo la condensación densa de los gases impide la observación de la radiación de la boca 2011 desde el mirador.



Figura 12: a) Vista de noche desde el mirador de dos sitios con incandescencia. La superposición de una foto tomada de día muestra que estos sitios corresponden a la boca 2012 y a la boca 2011 (fotos: G.Avard, el 24 de mayo del 2012).b) Evolución de la temperatura de la boca 2011 y de la boca 2012 desde la apertura de la boca 2012 (12 de enero del 2012). Las primeras mediciones están sobre-estimadas debido a influencia ambiental.

La acumulación de agua somera en el fondo del Cráter Oeste reapareció entre el 11 y el 24 de mayo.

II_Volcán Irazú

En mayo del 2012, el Volcán Irazú presentó un enjambre sísmico con una magnitud máxima de 2.7 (sismo sentido en Llano Grande de Cartago el 5 de mayo), y sismos volcánicos de baja frecuencia y alta amplitud.

II 1 V.Irazú: Sismología

El 5 de mayo ocurrió un enjambre sísmico en las inmediaciones de Llano Grande de Cartago (Fig.13). El sismo mayor se reportó a las 17:18 (hora local). Este sismo de magnitud 2.7 fue sentido por varias poblaciones cercanas. Durante el día 5 de mayo se contabilizaron 11 sismos y el día siguiente otros 9 (Fig.14). Aparte de la sismicidad relacionada al enjambre de Llano Grande, el conteo de eventos sísmicos asociados al volcán Irazú se mantiene debajo de 5 sismos diarios. La puesta en marcha de una estación de banda ancha en las cercanías del Cerro Cabeza de Vaca, permitió reconocer sismos de baja frecuencia asociados al volcán Irazú y anteriormente clasificados como volcanotectónicos por falta de definición con la estación de período corto. Ahora podemos reconocer que son sismos volcánicos de baja frecuencia (Fig.15) que ocurren a profundidades menores a 2 km sobre el nivel del mar (ver Fig.2 del Volcán Turrialba).



Figura 13: Registro sísmico de la estación HAYA, ubicada al este del cráter De La Haya, del día 5 de mayo del 2012. El sismo de mayor magnitud ocurrió a las 23:18 (GMT).





Sismo LP Irazú



Figura 15: Registro sísmico de un evento LP en el volcán Irazú, registrado en la estación VIRE. Nótese la baja frecuencia (1.7 hz) y carácter monocromático del registro.

II_2 V. Irazú: Deformación

Para el monitoreo geodésico del volcán Irazú, se cuenta con una red de EDM (Mediciones Electrónicas de Distancia) sobre la cima, donde están colocados 3 prismas en los alrededores de los cráteres desde un punto ubicado arriba de la Playa Hermosa. Los datos no muestran cambios significativos entre 2011 y lo que va del año 2012 (Fig.16).



Figura 16: Longitudes EDM de la cima del volcán Irazú

II_3 V.Irazú: Geoquímica

No hay nueva información en geoquímica para el volcán Irazú.

II 4 V.Irazú: Otras observaciones

El lago ubicado en el cráter activo presenta un color turquesa, con un nivel bajo similar al mes anterior

III_ Volcán Poás

Durante el mes de mayo del 2012 los sismógrafos del OVSICORI-UNA ubicados en la cima del volcán Poás registraron 4 erupciones freáticas los días 6, 15, 20, y 26 de mayo. La erupción freática del 15 de mayo fue precedida por ~6h de tremor armónico de muy baja amplitud. Según testimonio de los administradores del Parque Nacional Volcán Poás, esta erupción freática lanzó sedimentos, agua, fragmentos de roca y vapores desde el lago ácido hasta unos 500 metros sobre la superfície del mismo. El nivel del lago bajó ~0.9m entre el 8 y el 29 de mayo, su temperatura se mantiene en ~48°C con un pH negativo. Las temperaturas de las fumarolas en el criptodomo continúan disminuyendo.

III 1 V.Poás: Sismología

La sismicidad se mantiene estable, con menos de 200 sismos diarios (Fig. 17). La sismicidad es dominada por sismos de baja frecuencia (LP) y muy baja amplitud (Fig.18). La sismicidad volcano-tectónica se encuentra dominada por sismos que ocurren cerca o en el sistema de fallas de Varablanca, con algunos sismos muy pequeños localizados bajo el cráter activo del volcán Poás. En este mes se registraron 4 erupciones freáticas, sólo la erupción del 20 de mayo a las 9:30 (hora local) fue reportada por el personal del Parque Nacional Volcán Poás, alcanzando una altura de aproximadamente 500 metros (Fig.19). Esta erupción fue precedida por cerca de 6 horas de tremor armónico de muy baja amplitud. El tremor termina súbitamente al ocurrir la erupción freática. Las otras 3 erupciones no fueron observadas.



Figura 17: Conteo de sismos LP (barras azules) y VT (barras rojas) en el volcán Poás para el mes de mayo del 2012.



Figura 18: Registro sísmico (figura superior), espectrograma (centro) y espectro de frecuencias de un sismo LP registrado en la estación CRPO del volcán Poás.



Figura 19: Registro sísmico de la erupción freática del 20 de mayo, 2012. Notese el tremor armónico que precede la erupción. Arriba se muestra el sismograma registrado en la estación CRPO, ubicada al este del cráter activo, al centro el espectrograma y abajo el espectro de frecuencias.

III_2 V.Poás: Deformación

Entre los años 2011 y 2012 no se registran cambios significativos en las líneas EDM de la cima del volcán Poás (Fig. 20).



VOLCAN POAS RED DE DISTANCIAS DESDE PILAR MIRADOR

Figura 20: Longitudes de la red EDM de la cima del volcán Poás

III_3 V.Poás: El criptodomo

III 3.1 V. Poás: Mediciones geoquímicas

La temperatura de las fumarolas del criptodomo continúan bajando, se reporta un cambio de 238°C a 209°C entre el 8 y el 29 de mayo en la zona baja del mismo, y de 505°C a 470°C para la zona más caliente que puede medirse directamente con una termocupla de superaleación (Fig. 21).



Figura 21: Evolución de la temperatura de la fumarola mostrada y de la temperatura maxima medida sobre el criptodomo desde 1978 hasta hoy (a la izquierda) y durante el último año (a la derecha).

III_3.2 V. Poás: Otras observaciones

El 29 de mayo del 2012 se pudo observar los depósitos de una caída de $\sim 2m^3$ de la pared norte del criptodomo en una zona de mediciones de temperaturas a $\sim 500^{\circ}$ C (Fig. 22). Este desprendimiento de material es una ilustración de la fuerte erosión que ocurre en las zonas alteradas por los gases a alta temperatura por efecto de las fuertes lluvias.



Figura 22: Erosión de las partes más alteradas del criptodomo con las lluvias. La parte azul representa el sitio erosionado donde unos ~2m3 de material se desprendió. La temperatura en este sitio es de ~200°C.(foto: G.Avard, 29 de mayo del 2012)

III_4 V.Poás: El lago ultra ácido del cráter activo

III_4.1 Mediciones geoquímicas

La temperatura del lago se mantiene estable (48°C el 8 de mayo y 49°C el 29 de mayo del 2012) y el pH se mantiene debajo de cero, pH= -0.15 el 27 de mayo del 2012 (Fig. 23).



Figura 23: Evolución de la temperatura y del pH del lago desde 2004 hasta hoy (a la izquierda) y durante el último año (a la derecha).

III 4.2 Otras observaciones

Se midió una disminución en el nivel del lago (menos ~0.9m entre el 8 y el 29 de mayo del 2012), lo que ilustra un desequilibro entre el aporte por la lluvia y la pérdida por evaporación e infiltración (Fig.24).



Figura 24: Comparación del nivel del lago entre el 22 de marzo y el 29 de mayo del 2012. (fotos: G.Avard)

Además, el lago mantiene corrientes de convección (Fig.25) debido a anomalías térmicas y un gradiente inverso de la temperatura en el lago.



Figura 25: Vistas sobre celdas de convección en el lago del volcán Poás el 27 y 29 de mayo del 2012 (fotos: G.Avard, agradecimiento Federico Chavarria-Kopper)

III 5 V.Poás: Depositación total ácida (húmeda + seca)

En la figura 26 se muestran los perfiles de pH de la depositación total recolectada en 4 de las estaciones de muestreo de la red ubicada en el Parque Nacional Volcán Poás. Estos perfiles muestran entre los años 2006 y 2012 una tendencia generalizada del pH a disminuir (líneas rojas Fig. 26), lo cual indica un incremento gradual del nivel de acidificación del medio ambiente circundante al cráter principal del Poás. Estas observaciones son consistentes con el hecho de que el volcán Poás se encuentra en un ciclo de actividad freática, el cual inició en marzo del 2006, y una emisión considerable de gases magmáticos y calor a través de las fumarolas del criptodomo, especialmente entre mediados del año 2009 y hasta el presente.



Figura 26. pH (acidez) de la depositación total ácida [húmeda (lluvia) y seca] recolectada en las estaciones de muestreo Edificio, Potrero, Mirador y Borde Este ubicadas en los alrededores del cráter activo del volcán Poás. Valores de pH≤5.6 corresponden a lluvia ácida (línea azul). La línea roja es la tendencia promedio en el tiempo. Datos: Programa de Vigilancia Volcánica- Laboratorio de Geoquímica Volcánica del OVSICORI-UNA.

IV_Volcán Arenal

Sobre vuelos del Volcán Arenal confirmaron el aumento de la subsidencia de la cima.

IV 1 V.Arenal: Sismología

No se reporta actividad sísmica en el volcán Arenal.

IV 2 V.Arenal: Deformación

Entre 2011 y lo que va del año 2012 no se registran cambios significativos en la red EDM del sector oeste del volcán Arenal (Fig.27).



Figura 27: Longitudes EDM del volcán Arenal

IV_3 V.Arenal: GeoquímicaIV 3.1 Depositación total ácida (húmeda + seca)

La red de recolectores de depositación total ácida (húmeda y seca) en los alrededores del volcán Arenal que monitorea el OVSICORI-UNA muestra una disminución gradual y generalizada en el nivel de acidificación del ambiente circundante al volcán Arenal tal y como lo sugieren los perfiles temporales de pH de la depositación total, los cuales muestran valores de pH's cada vez menos ácidos (Fig. 28). La depositación total se considera ácida si el pH \leq 5.6. La disminución gradual en la acidez de la depositación total observada especialmente en los dos últimos años refleja la reducción significativa de la actividad magmática del volcán Arenal.



Figura 28. pH (acidez) de la depositación total ácida [húmeda (lluvia) y seca] recolectada en las estaciones de muestreo Lavas, Cárcava, Caseta C, y Caseta D ubicadas en los alrededores del volcán Arenal. Valores de pH≤5.6 corresponden a lluvia ácida (línea azul). La línea roja es la tendencia promedio en el tiempo. Datos: Programa de Vigilancia Volcánica - Laboratorio de Geoquímica Volcánica del OVSICORI-UNA.

IV_3.2 Fuente Termal Tabacón

La fuente termal Tabacón, ubicada al NW del volcán Arenal, presentaba aguas del tipo salinas-cloruradas hasta el año 2007. Estas aguas parecen generarse de la infiltración rápida de aguas meteóricas a través de contactos entre flujos de lavas recientes andesítico-basálticas calco-alcalinas aún calientes y viejos depósitos piroclásticos.

Desde el año 2008 la composición de las aguas del Tabacón muestra cambios químicos sistemáticos en sus aguas que parecieran estar asociados con la notable disminución en la tasa de extrusión y de desgasificación del volcán Arenal observada en los últimos 5 años. Particularmente la relación $SO_4^{2^-}/Cl^-$, la temperatura y el pH (Fig. 29) indican una

disminución considerable pero paulatina del aporte de calor, volátiles magmáticos, y elementos formadores de roca hacia el sistema hidrotermal que origina las aguas del Río Tabacón.



Figura 29. pH (acidez), temperatura, y relación sulfato-cloruro de las aguas del Rio Tabacón, Volcán Arenal, período de finales del 2007 hasta finales del 2011.

IV_4 V.Arenal: Otras observaciones

Fotografías aéreas obtenidas a través de sobrevuelos en los alrededores del volcán Arenal en las últimas semanas permitieron la observación de la depresión que se ha estado formando dentro del Cráter C. Desde diciembre del 2010 el volcán no ha presentado más extrusión de lava, tampoco desgasificación significativa ni erupciones de ceniza. En su lugar subsidencia gradual del Cráter C ha dado lugar a la formación de una depresión en la cima del volcán. Se estima que esta depresión de unos 90 m de diámetro (en su eje mayor) podría tener 2 metros de profundidad (Figs. 30 y 31).



Figura 30: Vistas de la cima del volcán Arenal el 27 de abril y 27 de mayo del 2012 (fotos: J. Sandoval, F. Obregón y G. Avard, agradecimientos: Lic.Miguel Dib B. y Federico Chavarría-Kopper).



Figura 31. Pluma de vapor transportada hacia el oeste en mayo del 2001 desde el Cráter C, el actual cráter activo del volcán Arenal. Un pequeño domo emplazado en el cráter fue por largo tiempo la fuente de efusión de lava y erupciones explosivas periódicas. En el margen izquierdo el Cráter D, foco de actividad eruptiva explosiva durante tiempos prehistóricos, datado mediante radiocarbono alrededor del año 1530 AD. Foto: cortesía de Ing. Federico Chavarría Kopper.

V_Volcán Rincón de la Vieja

Durante el mes de mayo del 2012 se registraron eventos volcano-tectónicos de pequeña amplitud en el Volcán Rincón de la Vieja, así como un tremor de 60s de duración sin reporte de avistamiento de actividad superficial inusual en el lago ultraácido.

V_1 V.Rincón de la Vieja: Sismología

La sismicidad en el volcán Rincón de la Vieja se mantiene baja; durante el mes de mayo solo se registraron algunos eventos volcano-tectónicos de pequeña magnitud (Fig.32). Sin embargo, el día 9 de mayo, 2012, se registró un tremor monocromático de 60 segundos de duración y amplitud moderada (Fig. 33) posiblemente relacionado con movimiento de fluidos en el masizo volcánico. Sin embargo, no se han dado reportes de actividad superficial inusual en el lago ultraácido del Rincón que pudiera estar asociada a este tremor.



Figura 32: Número de sismos contabilizados en el volcán Rincón de la Vieja. La mayoría de los sismos son volcano-tectónicos de muy baja magnitud.



Figura 33: Tremor monocromático registrado el día 9 de mayo en la estación RIRI. Sismograma en la parte superior, espectrograma en el centro y espectro de frecuencias en la parte inferior.

V 2 V.Rincón de la Vieja: Deformación

No hay datos del volcán Rincón de la Vieja para lo que va del 2012.

V 3 V.Rincón de la Vieja: Geoquímica

No hay nueva información en geoquímica para el volcán Rincón de la Vieja.

V 4 V.Rincón de la Vieja: Otras observaciones

No hay nuevas observaciones del volcán Rincón de la Vieja.

Reconocimientos:

Se agradece a los administradores del Sistema de Parques Nacionales y a las personas que ayudaron con las mediciones y el trabajo presentado en esta publicación.

Previos informaciones están disponibles en la siguiente dirección:

- Boletines:

http://www.ovsicori.una.ac.cr/index.php?option=com_phocadownload&view=section &id=3&Itemid=73

- Videos:

http://www.ovsicori.una.ac.cr/index.php?option=com_content&view=article&id=55 &Itemid=79

Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica Universidad Nacional OVSICORI-UNA Campus Omar Dengo, Heredia Costa Rica, América Central *Teléfonos:* (506) 2562 4001 (506) 2261 0611 *Fax:* (506) 2261 0303 *Sitio Web:* http://www.ovsicori.una.ac.cr/