

La erupción del volcán Irazú 1917-1921 (Costa Rica): dinámica y entorno social

Mauricio M. Mora^{*1,3} , Giovanni Peraldo Huertas²  and Gerardo J. Soto^{1,4} 

Abstract

This study reconstructs and analyzes, from a volcanological and historical approach, the 1917-1921 eruptive phase of the Irazú volcano based on newspaper, documental, technical-scientific and historical sources. The results are consistent with the known tephrostratigraphy and new aspects of the eruption are given, such as: the description of strombolian eruptions, tephra fall reconstructions for relevant eruptions and the detail analysis of the November 30, 1918 (VEI~3) vulcanian eruption. The convergence of this natural event with the dictatorship of "the Tinoco" between 1917 and 1919 is analyzed as well as how both events abruptly burst into the life of Costa Rican society, especially in San José, the capital of Costa Rica. The impact of the eruptive phase 1917-1921 was minor compared to that of 1963-65, but not negligible, and the adverse political climate of the time contributed to overshadow it. All this made a deeper analysis and quantification of its impact difficult. The study of the eruptive phase of 1917-1921 is fundamental to evaluate risk scenarios based on the characteristics of Costa Rica in the 21st century and thus contribute to an adequate risk management.

Key words: Irazú volcano, eruption, San José, eruptive phases, Tinoco.

Resumen

En este trabajo se reconstruye y analiza, desde un enfoque vulcanológico e histórico, la fase eruptiva de 1917-1921 del volcán Irazú con base en fuentes hemerográficas, documentales, técnico-científicas e históricas. Los resultados son coherentes con la tefroestratigrafía conocida y se agregan elementos nuevos, tales como: la ocurrencia de erupciones estrombolianas, las reconstrucciones de caídas de tefra para algunas erupciones relevantes y especialmente la erupción vulcaniana del 30 de noviembre de 1918 (VEI~3). Se analiza la convergencia de este acontecimiento natural con la dictadura de "los Tinoco" entre 1917 y 1919 y cómo ambos sucesos irrumpieron abruptamente en la vida de la sociedad costarricense, sobre todo en San José, la capital de Costa Rica. El impacto de la fase eruptiva 1917-1921 fue menor en comparación con la de 1963-65, pero no despreciable, y el clima político adverso del momento contribuyó a opacarla, lo que dificultó el análisis más profundo y su cuantificación. El estudio de la fase eruptiva de 1917-1921 es fundamental para valorar escenarios de riesgo construidos a partir de las características de la Costa Rica del siglo XXI y con ello contribuir con una adecuada gestión del riesgo.

Palabras clave: Volcán Irazú, erupción, San José, fases eruptivas, Tinoco.

Received: August 2, 2023; Accepted: January 9, 2024; Published on-line: April 1, 2024.

Editorial responsibility: Dr. Juan Manuel Espíndola-Castro

* Corresponding author: Mauricio M. Mora. E-mail: mauricio.mora@ucr.ac.cr

¹ Universidad de Costa Rica, Escuela Centroamericana de Geología, Sede Rodrigo Facio Brenes, Montes de Oca, San José, Costa Rica. E-mail: mauricio.mora@ucr.ac.cr.

² Universidad de Costa Rica, Escuela Centroamericana de Geología, Sede Rodrigo Facio Brenes, Montes de Oca, San José, Costa Rica. E-mail: marino.peraldo@ucr.ac.cr.

³ Universidad de Costa Rica, Red Sismológica Nacional (RSN), Sede Rodrigo Facio Brenes, Montes de Oca, San José, Costa Rica.

⁴ Universidad de Costa Rica, Escuela Centroamericana de Geología, Sede Rodrigo Facio Brenes, Montes de Oca, San José, Costa Rica. Consultor geológico. E-mail: katomirodriguez@yahoo.com.

Mauricio Manuel Mora Fernández, Giovanni Peraldo Huertas, Gerardo J. Soto.

<https://doi.org/10.22201/igeof.2954436xe.2024.63.2.1736>

1. Introducción

Los doce años transcurridos entre 1910 y 1921 fueron particularmente difíciles para Costa Rica. Eventos naturales, políticos y epidemiológicos fueron puntos de quiebre en la cotidianidad del país. El 25 de enero de 1910 el volcán Poás produjo una erupción freatomagmática importante; entre abril y mayo del mismo año las crisis sísmicas de Desamparados y Cartago culminaron con el desastroso sismo del 4 de mayo (Ms 6,4), que destruyó casi la totalidad de la ciudad de Cartago y produjo cerca de 600 fallecidos. La Primera Guerra Mundial, entre 1914-1918, afectó severamente la economía, y en medio de ella, la dictadura militar de los hermanos Federico y José Joaquín Tinoco Granados (“los Tinoco”), entre 1917 y 1919, sembró incertidumbre y terror. Concomitante con esta dictadura tuvo lugar un nuevo periodo eruptivo del volcán Irazú entre 1917 y 1921 que generó asombro, temor y pérdidas económicas en el sector agropecuario. Entre 1914 y 1918 ocurrieron también epidemias sucesivas de sarampión y tosferina, así como la parte final de la pandemia de “gripe española” que llegó al país en 1920.

En este trabajo se analiza la evolución e impacto de la fase eruptiva del volcán Irazú de 1917 a 1921, con el propósito de brindar nuevas luces sobre su dinámica eruptiva e incorporar nueva información a los análisis de riesgo volcánico, de modo que sirva como antecedente para la prevención de desastres en Costa Rica. Cualquier esfuerzo para reducir el riesgo volcánico debe estar sustentado en bases sólidas del conocimiento del comportamiento a largo plazo de los volcanes activos y potencialmente activos (Tilling, 2009). Por ello el enfoque multidisciplinario, desde la historia y la vulcanología, permiten la generación de conocimiento para completar el registro histórico de actividad de un volcán, en el contexto de los hechos políticos, económicos y sociales de la época en la que ocurrió la actividad eruptiva de interés. Por ello nos interesamos en la convergencia de la fase eruptiva de 1917-1921 del Irazú con la dictadura de “los Tinoco” y cómo ambos acontecimientos irrumpieron abruptamente en la vida de la sociedad costarricense, particularmente en la capital, San José, y trastocaron su cotidianidad. Se analiza cómo los acontecimientos políticos, sociales y económicos influyeron en la documentación histórica de dicho periodo eruptivo, y se pone de relieve la labor encomiable de los científicos de la época, quienes hicieron lo posible por documentar un proceso natural que duró cinco años, en un momento histórico donde el conocimiento relativo a los procesos geológicos y vulcanológicos era incipiente en Costa Rica y en el que la ciencia se encontraba limitada por la clausura del *Instituto Físico-Geográfico Nacional (IFG)* en 1910.

1.1 Volcán Irazú: ubicación, contexto geológico y vulcanológico

La subducción de la placa del Coco bajo la placa del Caribe, sobre la que se encuentra el territorio de Costa Rica, es muy compleja debido a las variaciones del ángulo, morfología, edad y características petrológicas de la primera (p. ej., Gazel *et al.* 2021). Este proceso da origen al arco volcánico cuaternario, que tiene una orientación noroeste-sureste, y se ubica unos 150 km tierra adentro de la Fosa Mesoamericana. Este arco está dividido en tres segmentos (Fig. 1a): la cordillera volcánica de Guanacaste (CVG) en el extremo noroeste, la cordillera volcánica de Tilarán (CVT) y la cordillera volcánica Central (CVC) en el extremo sureste. El volcán Irazú (9,979°N y 83,852° O, 3432 m s.n.m) se ubica en este último segmento, unos 25 km al este del centro de la ciudad de San José, capital de Costa Rica y 15 km al noreste de la ciudad de Cartago. Ambas conforman, junto con las ciudades de Heredia y Alajuela el Gran Área Metropolitana (GAM), el centro socio-económico y la zona más densamente poblada de Costa Rica (Figura 1a y b).

El Irazú es un amplio complejo estratovolcánico andesítico basáltico (aunque también presenta basaltos, andesitas y raramentodacitas) con varios cráteres y conos piroclásticos cuspidales y adventicios, así como también varios anfiteatros de avalancha (Soto & Sjöbohm, 2015; Alvarado *et al.*, 2021) (Figura 1c). Las principales erupciones históricas del Irazú ocurrieron en 1723-26 (estromboliana violenta, freatomagmática y freática), varias dudosas en el siglo XIX, 1917-1921 (freatomagmática a magmática), 1924 (posiblemente freatomagmática), 1928-1930 (freatomagmática), 1933 (freatomagmática), 1939-1940 (freatomagmática) y 1963-65 (freática, freatomagmática y estromboliana a vulcaniana) (Barquero, 1976; Alvarado, 1993). Luego de la última fase eruptiva de 1963-1965 el Irazú ha mantenido una tenue actividad fumarólica en el flanco norte, muy cerca de la cima, variaciones del nivel y color de la laguna intracrática, enjambres sísmicos ocasionales y la generación de megadeslizamientos en el flanco norte del macizo, uno de los cuales se asoció con una erupción freática en 1994 al noreste del cráter principal, en el sitio conocido como volcán Nuevo (Fallas *et al.*, 2018) (Figura 1b).

Los eventos eruptivos históricos más importantes, de origen magmático y freatomagmático e Índice de Explosividad Volcánica (VEI, siglas en inglés, Newhall & Self, 1982) de 3 se dieron separados por 240 años (1723 y 1963). Hay referencias indirectas de que los españoles llegaron al valle de El Guarco y lo encontraron cubierto de cenizas y árboles desprovistos de follaje, y por esto se especuló que podría haber habido una erupción

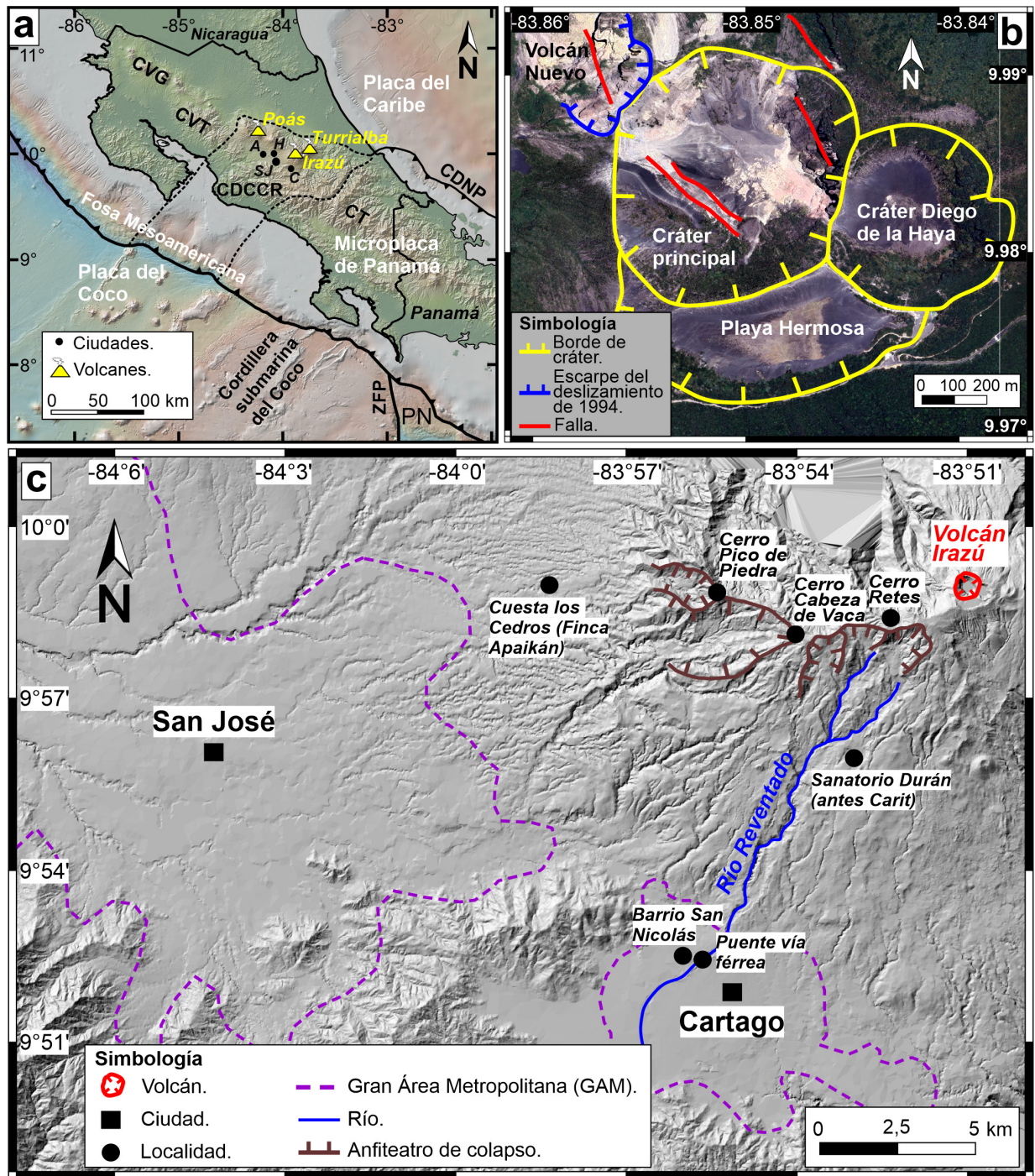


Figura 1. a) Contexto tectónico simplificado de Costa Rica en el que se muestran los volcanes activos (triángulos amarillos) de la Cordillera Volcánica Central (CVC) y principales ciudades (círculos negros). Las abreviaturas de los rasgos tectónicos son: Cordillera Volcánica de Guanacaste (CVG), Cordillera Volcánica de Tilarán (CVT), Cordillera de Talamanca (CT), Cinturón Deformado del Centro de Costa Rica (CDCCR, región dentro de la línea punteada con base en Denyer *et al.*, 2013), Cinturón Deformado del Norte de Panamá (CDNP), Zona de Fractura de Panamá (ZFP) y la placa Nazca (PN). Los triángulos negros pequeños indican movimiento inverso y apuntan hacia la placa cabalgante. La batimetría y topografía se obtuvieron de Ryan *et al.* (2009). Las ciudades son: Alajuela (A), Heredia (H), Cartago (C) y San José (SJ). b) Detalle de la cima del volcán Irazú con base en una imagen de *Google Earth* CNES/Airbus, Maxar Technologies de abril de 2023. Las fallas se indican según el trabajo de Ulloa *et al.* (2018). c) Detalle del área del volcán Irazú, parte de San José y Cartago en el que se muestra el río Reventado y algunas localidades mencionadas en el texto. El modelo de elevación digital fue elaborado con base en curvas de nivel a escala 1:25 000, suministradas por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

alrededor de 1560 (Alvarado 1989, 2000). Algunas dataciones sugieren que cerca de 1561 ocurrió una erupción importante del Irazú (Clark *et al.*, 2006). Clark *et al.* (2006) le asignaron un VEI de 3, similar a la de 1963-65, pero especulan que pudo haber sido de menor duración y de mayor altura de columna eruptiva. El poco conocimiento histórico y prehistórico de la actividad eruptiva explosiva del Irazú permite sugerir que las erupciones magmáticas-freatomagmáticas con $VEI \geq 3$ suceden con periodos de retorno del orden de 200-400 años, mientras que los episodios con $VEI < 3$ suceden con recurrencias pluridecadales (Soto & Sjöbohlm, 2015), pero luego de periodos de calma eruptiva de varias décadas posteriores a las paroxísmicas, como fue el caso pos 1723-26 y es el caso pos 1963-65. De hecho, la erupción más trascendente posterior a 1723 no se dio sino hasta 1917, lo cual sería evidente en los depósitos en la cima del volcán (Figura 2).

Los depósitos finales de 1723 (Figura 2) son escorias de caída con mediana granoselección con clastos balísticos gruesos, que alcanzan varios metros de espesor, seguidos por un hiato erosivo. Los depósitos de 1917-21 son de color claro, de caída, ricos en líticos en la base y con más juveniles hacia el centro (erupciones estrombolianas), y cierran la erupción una serie de corrientes piroclásticas diluidas de color claro a gris, bien laminadas, que ilustran las fases que se discutirán luego. Un delgado paquete de

escorias y corrientes piroclásticas diluidas separados por hiato erosivos de los depósitos sobre y subyacentes, se interpreta como los productos de las erupciones menores de 1939-40. Finalmente, los depósitos de 1963-65, se componen de corrientes piroclásticas diluidas y eventos de caídas de escorias de un espesor pluridecimétrico a métrico en este sitio. Esta secuencia proximal ilustra las diferencias texturales que conllevan a las interpretaciones dinámicas, así como el tamaño, intensidad y volumen de las diferentes erupciones.

1.2 Breve contexto político y socio-económico de San José, capital de Costa Rica, a finales del siglo XIX e inicios del siglo XX

La fundación de la ciudad de San José se remonta a 1737, cuando el Cabildo de León ordenó la erección de una ermita en la Boca del Monte del Valle de Aserrí, en un sitio muy cercano al centro de la ciudad actual, con el fin de concentrar las familias que se habían establecido de forma dispersa en esa región (González Víquez *et al.*, 1987). A finales del siglo XIX, San José ya era la capital de Costa Rica y los liberales imprimieron en ella su concepto de modernidad, al dotar a la ciudad de arquitecturas europeas, lo que se reflejó también en las demás ciudades del

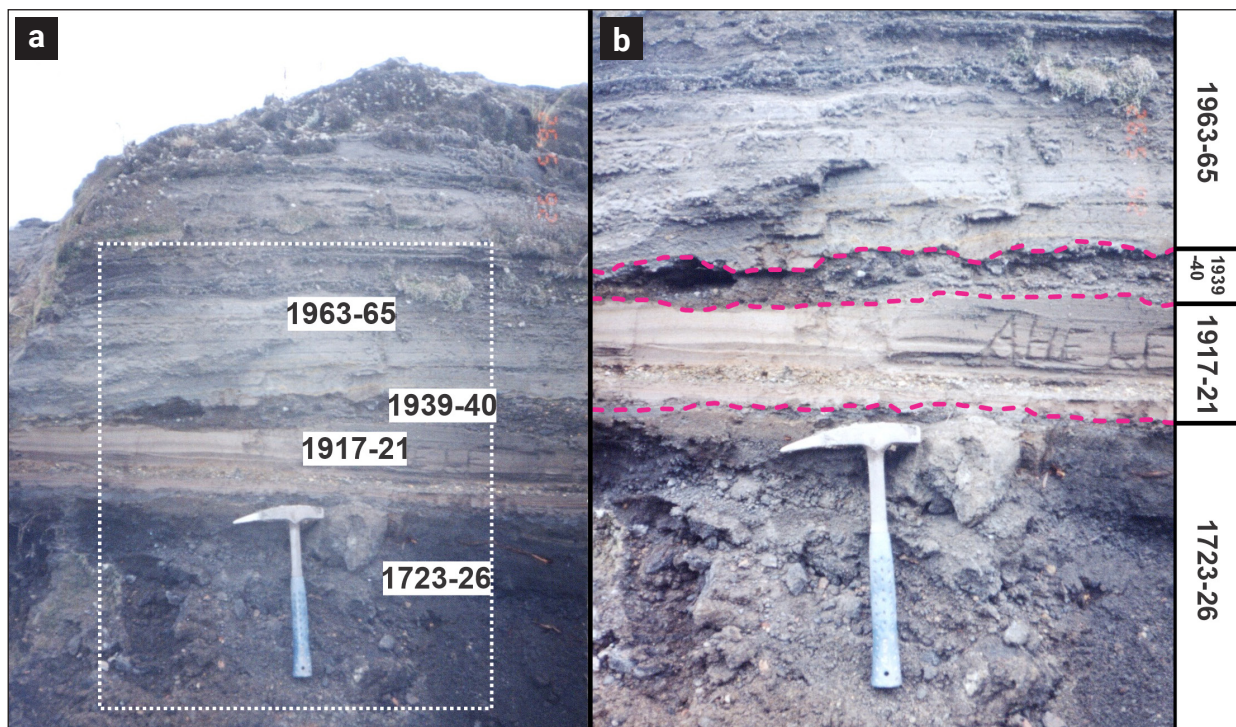


Figura 2. Tefras de las erupciones históricas del Irazú que afloran en el sector occidental del cráter activo, interpretadas a partir de las características dinámicas, estratigráficas, composicionales y texturales. a) Vista general del afloramiento. La línea punteada indica la zona agrandada en la imagen derecha. b) Acercamiento de los depósitos de las erupciones. Fotografías de Gerardo J. Soto tomadas en 1992.

centro del país (Fumero, 2000). A inicios del siglo XX, este clima liberal también era favorable a la educación secundaria de alcance universal, pero restrictivo con la educación superior a la que tenían acceso solo las élites dominantes al asistir a universidades extranjeras, pues no habían universidades locales. Sin embargo, la ciencia pasaba por un mal momento con el cierre definitivo del *Instituto Físico-Geográfico Nacional (IFG)* en 1910, a lo que se sumaron cambios desfavorables en los medios de difusión científica, pues los *Anales del IFG*, uno de los principales, ya no se publicaban (Solano & Díaz, 2009). Por otro lado, las actividades culturales y deportivas florecían (Fumero, 1996), y la cultura impresa (libros, revistas y periódicos) se tornó cada vez más notable (Fumero, 2005). La elección presidencial de 1914 puso en evidencia la crisis política del momento (Oconitrillo, 1982; Bonilla Castro, 2008). Al mismo tiempo, la economía estaba en franco deterioro por la Primera Guerra Mundial (1914-1918) y el dominio del pensamiento liberal poco favorable a la producción nacional y que perjudicaba a una población con bajo poder adquisitivo (Fernández Morales, 2010). Por esta razón, el gobierno de Alfredo González Flores (1914-1917) impulsó un nuevo modelo económico a partir de una reforma tributaria y del sistema bancario, que no cayó bien a los sectores poderosos (Murillo, 1981; Oconitrillo, 1982; Fernández Morales, 2010). Esto abriría las puertas a la ulterior dictadura de “los Tinoco” en enero de 1917. Este escenario arquitectónico y social en el centro socioeconómico de Costa Rica sería testigo de la convergencia de un acontecimiento político-social y otro natural, que irrumpirían abruptamente en la sociedad y trastocarían su cotidianidad.

2. Método y fuentes de información

El análisis de la dinámica de la fase eruptiva de 1917-1921 del volcán Irazú y su impacto se realizó con base en las siguientes fuentes de información:

- a) Artículos científicos publicados por José Fidel Tristán y Ricardo Fernández Peralta y sus apuntes originales que nutrieron esos artículos, así como también los reportes de actividad volcánica contenidos en cartas y telegramas. Esta información se encuentra, en su mayor parte, en el Fondo José Fidel Tristán del Archivo Histórico del Archivo Nacional de Costa Rica. También se consultaron informes técnicos de fuentes oficiales como el *Diario Oficial La Gaceta*, accesible a través del portal de la Imprenta Nacional de Costa Rica, así como de otras publicaciones periódicas como la *Revista de Costa Rica* y la *Revista del Colegio Superior de Señoritas*, accesibles desde el portal del Sistema Nacional de Bibliotecas de Costa Rica (SINABI).
- b) Fuentes hemerográficas que informaron sobre la actividad eruptiva y que se encuentran disponibles de manera digital y física, en la Hemeroteca Nacional de la Biblioteca Nacional de Costa Rica. Los periódicos consultados son: *La Información*, *El Renacimiento*, *La Acción Social*, *El Comercial*, *La Verdad*, *El Heraldo de Puntarenas* y *Guanacaste*, *La Prensa*, *El Hombre Libre* y *Diario de Costa Rica*. Las noticias de interés fueron transcritas y sistematizadas cronológicamente en una base de datos de 160 noticias que contiene: periódico, página, autoría, título de la noticia, día, mes, año y la transcripción. También se creó una base de datos específica sobre los lahares ocurridos en el río Reventado en 1919 (Figura 1c) compuesta por 22 noticias.

Las transcripciones de los documentos históricos y las noticias mantienen, en gran medida, los rasgos gramaticales y ortográficos originales; solo se corrigieron algunos errores tipográficos de imprenta y elementos menores como los acentos. La información relativa a la actividad eruptiva y su impacto se extrae y se analiza desde el prisma de la percepción permeada por el contexto cultural e histórico del momento. Se identifican sesgos y distorsiones a partir de la comparación de los discursos, lo que resalta los elementos consistentes sobre la actividad volcánica. Las interpretaciones se calibran, al menos en parte, cuando se cuenta con información científica obtenida durante la misma época. Finalmente, se interpretan los hechos a la luz del conocimiento científico actual, lo que obliga a generar hipótesis y suposiciones con respecto a la información localizada. La contextualización histórica se basó en periódicos, revistas, obras literarias y publicaciones relativas al contexto histórico, social y económico de la época, accesibles desde el portal del Sistema Nacional de Bibliotecas de Costa Rica (SINABI), bibliotecas institucionales y colecciones privadas.

3. Reconstrucción de la fase eruptiva de 1917 a 1921 del Irazú

Se identificaron 71 erupciones reportadas entre diciembre de 1917 y 1921. Se consideró una erupción cuando se cumplía al menos una de las siguientes condiciones: 1) certeza de la caída de ceniza en una o varias localidades; 2) que la descripción permitiera diferenciar entre la emanación de vapor de agua y gases de las emanaciones de ceniza. La mayoría de las erupciones apenas se mencionan o su descripción es muy escueta en las noticias de los rotativos de la época, otras fueron sujeto de mayor atención y se describieron con más detalle, proporcionalmente a su energía e impacto.

El catálogo de erupciones no es exhaustivo, ya que solo se tienen reportes discretos en un momento histórico cuando no se tenían instituciones científicas calificadas, y cuando además, había una efervescencia política que debe haber enmascarado, o al menos reducido parcialmente, la cobertura periodística y la atención ciudadana al fenómeno volcánico, tal y como se verá en la sección 6.

A continuación se describe la evolución de la actividad eruptiva de la siguiente manera: 1) 1917: el inicio; 2) 1918: el clímax; 3) 1919 a 1921: el epílogo.

3.1 Actividad eruptiva de 1917: el inicio

El primer reporte de actividad fumarólica en los cráteres antiguos del Irazú se atribuye a Juan Gómez, Paula Gómez y Rubén Sánchez, peones de la finca de Alfredo Volio, quienes comunicaron que el 29 de setiembre “vieron los chorros de humo saliendo de las bocas [cráteres viejos]” cuando iban para el sitio conocido como Volcán Nuevo (Figura 1b), pero que al ver esa actividad se devolvieron (Tristán & Fernández, 1917). Juan Gómez manifestó que algunos días antes de esa fecha había visto el Volcán Nuevo como siempre, “echando humo”, pero solo en la “parte de abajo” (Tristán & Fernández, 1917). Una semana después, el periódico *La Información* se adjudicó la primicia sobre la nueva actividad en el volcán Irazú gracias a un reporte que recibió desde Tierra Blanca:

“Anoche a las diez tuvimos noticia de fuente fidedigna, de que de Tierra Blanca habían comunicado a Cartago que el volcán Irazú estaba echando grandes columnas de humo y llamas... el Agente de Policía de Tierra Blanca, pueblo situado en las faldas y muy contiguo al Irazú, avisaba por telégrafo que ese Volcán estaba arrojando columnas de humo y llamas y que con ese motivo había gran pánico entre los habitantes de la pequeña población... Es de notar que el almanaque de don Pedro Nolasco, anuncia para hoy «día crítico»” (La Información, 1917a).

El 5 de octubre de 1917 salió de Tierra Blanca una comisión integrada por Raúl Cordero (director de la escuela), Froilán Gómez (agente de policía), los señores Alfredo Solano, Romano Orlich, Fabián Ortega y un corresponsal del periódico *La Información*. Al día siguiente, este último publicó sus apreciaciones en las que describió que los cráteres viejos “exhalaban violentamente grandes columnas de humo” que “parece ser vapor de agua” y se elevaban hasta unos 75 m (La Información, 1917c). Fabián Ortega, uno de los integrantes de esa excursión, envió una carta a José Fidel Tristán con un reporte en el que detalló los cambios observados en el volcán Irazú (Ortega, 1917a) y aseguraba que muchos datos publicados por *La Información* en su edición del 5 de octubre (La Información, 1917b) eran exagerados. Dicho reporte fue publicado en el periódico *La Información* (Ortega,

1917b). José Fidel Tristán y Ricardo Fernández Peralta visitaron la cima del Irazú el 19 y 20 de octubre y aunque observaron la actividad fumarólica en los cráteres antiguos, constataron que el volcán no había hecho erupción (Figura 3a); sin embargo, dudaron si la actividad volcánica se debía a un nuevo despertar del volcán o simplemente a un aumento en la actividad fumarólica y tampoco sabían cuándo inició (Tristán, 1917; Tristán & Fernández, 1917).

El 4 de noviembre se observó una profusa desgasificación desde el llamado cráter G, acompañada de un fuerte sonido (Tristán, 1923). Entre el 8 y el 16 de diciembre la desgasificación se mantuvo con altos y bajos hasta que el 17 de diciembre en la noche, la actividad se intensificó y culminó con la primera erupción (Tristán, 1917; Tristán & Fernández, 1921; Tristán, 1923). Ese mismo día, José Fidel Tristán recibió un telegrama que decía:

“Tengo informes obtenidos hoy de vecinos que viven en las faldas del Irazú [ha] entrado de nuevo en actividad. [En la] noche hubo lluvia de ceniza en gran cantidad quedando las hojas de los árboles cubiertas y las aguas de un color claro de las mismas cercanías de ahí, retumbos con frecuencia y se oía al lado del volcán un ruido como de una fogata y se notaba mucha claridad...” (Ortega, 1917c).

También se informó de caída de ceniza en Curridabat (La Información, 1917g). Desde Sabanillas (un lugar cercano al cráter del Irazú) un testigo indicó:

“En la madrugada del martes me despertó un ruido sordo y prolongado que parecía venir del centro de la tierra y que no se parecía a los que frecuentemente oímos aquí y que son los retumbos corrientes del Volcán. Salí asustado y noté que llovían cenizas y escorias volcánicas en gran cantidad y cuando amaneció pude apreciar que todos los lugares cercanos estaban cubiertos de cenizas y escorias del volcán” (La Información, 1917h).

La ceniza de esta erupción se dispersó hacia el oeste-suroeste y llegó hasta el sector oriental de San José (Tabla 1, figura 4). Esta ceniza fue descrita de color gris claro: “capa gruesa de un polvo fino como cemento romano y de un color gris perla uniforme cubría todo el lomo de burro en toda su extensión... en la lejanía se ven bosques cubiertos completamente de polvo y escorias volcánicas, que hacen el efecto de bosques nevados” (La Información, 1917k).

José Fidel Tristán reportó que la erupción del 17 de diciembre de 1917 también eyectó balísticos hacia el noreste del cráter:

“La pendiente del Volcán Nuevo presentaba un aspecto extraño: los mirtos y arrayanes estaban todos más o menos mutilados con las ramas rotas y desgajadas, en el suelo varias piedras cubiertas de ceniza y fragmentos de otras más grandes. En partes el camino había quedado

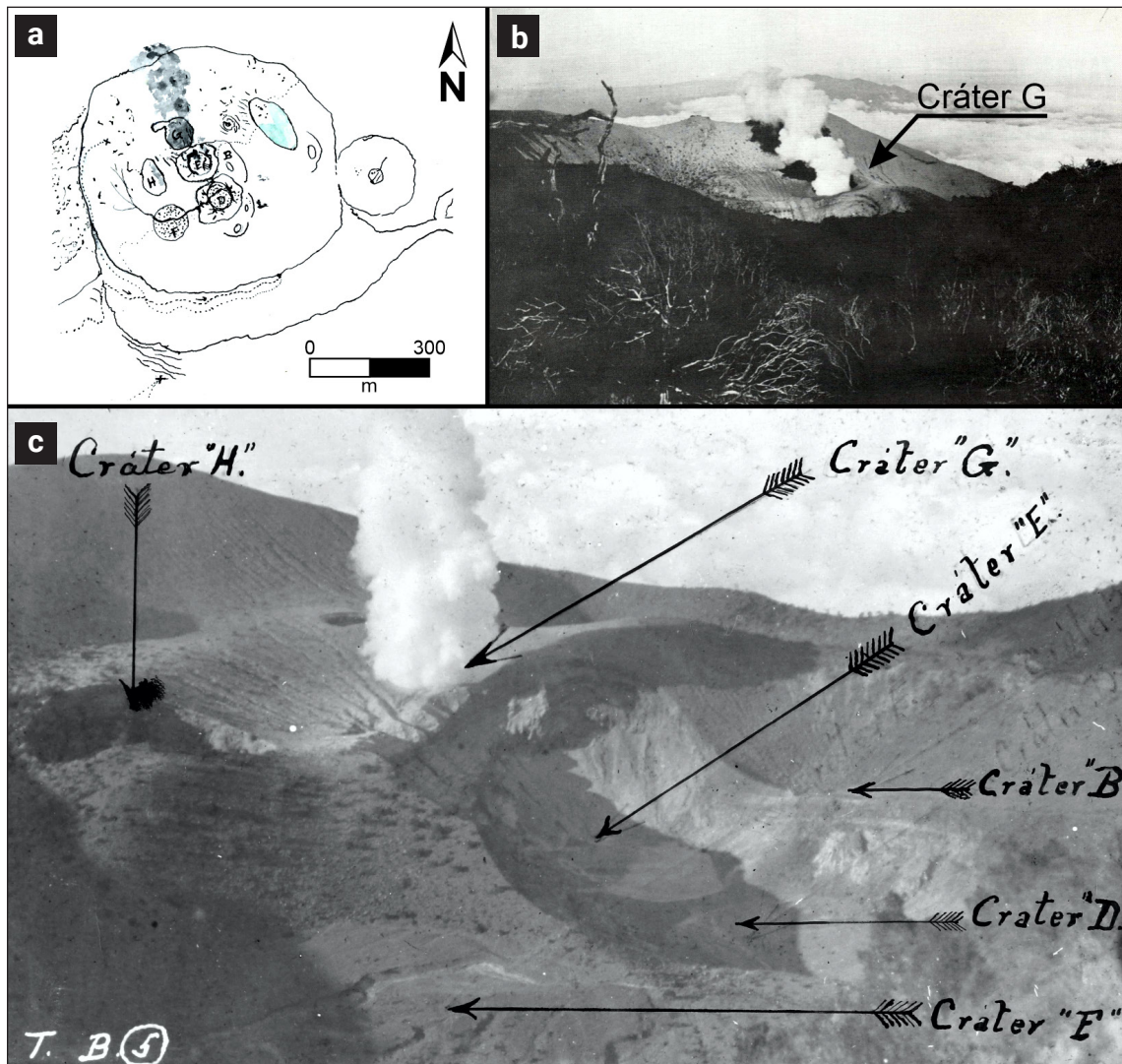


Figura 3. Actividad del volcán Irazú en 1917: a) Esquema elaborado por José Fidel Tristán en octubre de 1917, donde resalta la profusa actividad en el cráter G, así como también algunas fumarolas en los cráteres E y H (Tristán, 1917). b) Fotografía de Manuel Gómez Miralles (Vargas Chaves, 1967). c) Fotografía tomada por José Fidel Tristán el 20 de diciembre de 1917, donde indica los cráteres y los etiqueta con base en la nomenclatura de Sapper (1901) (Tristán, 1917). Nótese en ambas imágenes la actividad en el cráter G.

Tabla 1. Reportes de caída de ceniza de las principales erupciones de la fase eruptiva de 1917-1921 del volcán Irazú.

Localidades	Distancia (km) y rumbo con respecto al cráter principal)	Erupciones y referencias				
		17/12/1917	06/01/1918	16 y 17/08/1918	09/10/1918	30/11/1918
Parte alta de la cuenca del río Reventado	3 (SO)	1				
Cerro Cabeza de Vaca	4 (O)	1				
Sanatorio Carit (actual Sanatorio Carlos Durán, ubicado en Potrero Cerrado de Oreamuno, Cartago)	7 (SO)				6	
Tierra Blanca (Cartago, Cartago)	9 (SO)	1, 3, 4			2, 7, 8	
Cot (Oreamuno, Cartago)	9 (SO)		2, 3			
Capellades (Alvarado, Cartago)	10 (SE)					2, 10
Cervantes (Alvarado, Cartago)	11 (SE)					2, 10
Rancho Redondo (Goicoechea, San José)	11 (SO)		2			

Continúa...

Santa Cruz (Turrialba, Cartago)	13 (SE)					2
Cartago (ciudad)	15 (SO)				5, 6, 7, 8	2, 10
Vista de Mar (Goicoechea, San José)	15 (O)		2			
Finca Apaikán (cerca de la actual cuesta Los Cedros camino a las Nubes de Coronado)	16 (O)					10
Coronado (ciudad cabecera de cantón de Vásquez de Coronado, San José)	18 (O)		2	2		10
Tres Ríos (ciudad cabecera de cantón de la Unión, Cartago)	18 (SO)	1, 3, 4	2, 3			
Montes de Oca (Cantón)	20 (SO)		2			
Sabanilla (Montes de Oca, San José)	20 (SO)	1				
Moravia (ciudad)	22 (SO)		2			
Curridabat (ciudad cabecera del cantón, San José)	22 (SO)	1, 3, 4				
San Isidro (ciudad cabecera de cantón, Heredia)	23 (NO)			2		2
Tibás (ciudad cabecera del cantón, San José)	25 (O)		2			
San José (ciudad capital de Costa Rica)	25 (SO)				9	
Desamparados (ciudad cabecera de cantón, San José)	26 (SO)			2		
Santo Domingo (ciudad cabecera de cantón, Heredia)	27 (O)		2	2		10
San Rafael (ciudad cabecera de cantón, Heredia)	27 (NO)			2		
La Sabana (parque metropolitano de San José)	28 (SO)					10
Heredia (ciudad)	29 (NO)		2, 3			
Alajuelita (ciudad cabecera de cantón, San José)	29 (SO)			2		
Barva (ciudad cabecera de cantón, Heredia)	30 (NO)					2, 10
Aserrí (ciudad cabecera de cantón, San José)	30 (SO)		2, 3			
San Joaquín de Flores (ciudad cabecera de cantón, Heredia)	33 (NO)			2		
Escazú (ciudad cabecera de cantón, San José)	33 (SO)			2		
Santa Bárbara (ciudad cabecera de cantón, Heredia)	35 (NO)					2
San Antonio (ciudad cabecera del cantón de Belén, Heredia)	37 (SO)		2, 3	2		
Santa Ana (ciudad cabecera de cantón, San José)	37 (SO)		2	2		
Dota (cantón)	39 (SO)				9	
Alajuela (ciudad)	40 (NO)			2		
Sabanilla (distrito del cantón de Alajuela, Alajuela)	41 (NO)					11
Villa Colón (actual Ciudad Colón, distrito del cantón de Mora, San José)	44 (SO)		3, 2	2		
San Pedro (distrito del cantón de Poás, Alajuela)	45 (NO)			2		2, 10
Grecia	52 (NO)			2		2
Puriscal (cantón de San José)	53 (SO)		3, 2	2		
Atenas (ciudad cabecera de cantón, Alajuela)	58 (NO)			2		2
Naranjo (ciudad cabecera de cantón, Alajuela)	59 (NO)			2		10
Orotina (ciudad cabecera de cantón, Alajuela)	74 (O)					10
San Mateo (ciudad cabecera de cantón, Alajuela)	74 (O)					9
Miramar (ciudad cabecera del cantón de Montes de Oro, Puntarenas)	97 (NO)					10
Puntarenas (ciudad)	100 (O)					12

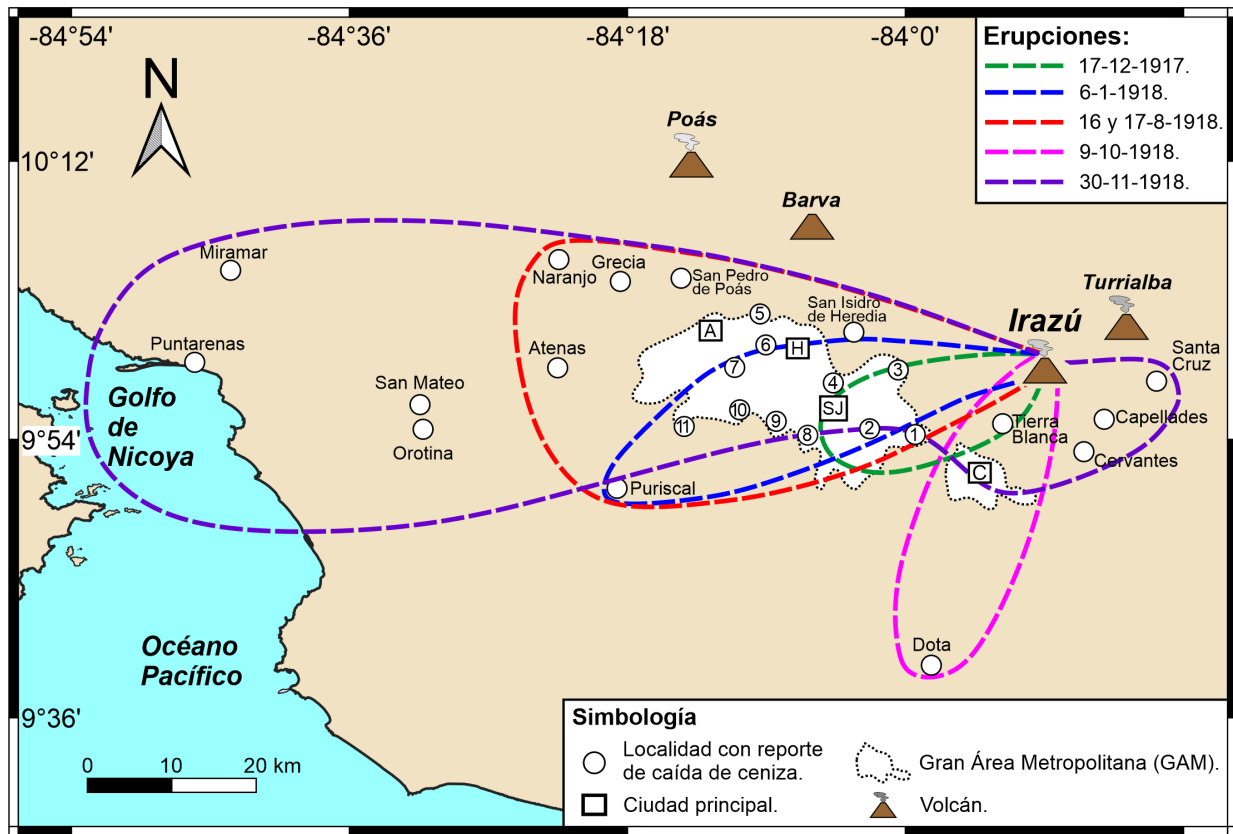


Figura 4. Dispersión de la tefra de caída de las erupciones más notables y con mayor cantidad de reportes de la fase eruptiva de 1917-1921 del volcán Irazú. Los números corresponden con las siguientes localidades: 1) Tres Ríos, 2) Curridabat, 3) Coronado, 4) Tibás, 5) Santa Bárbara de Heredia, 6) San Joaquín de Flores, 7) San Antonio de Belén, 8) Alajuelita, 9) Escazú, 10) Santa Ana, 11) Villa Colón (actual Ciudad Colón). Las ciudades principales son: A. Alajuela, C. Cartago, H. Heredia y SJ. San José.

obstruido por las ramas de los arbustos destruidos. Por todas partes había señales evidentes de que había caído por este lado una verdadera LLUVIA DE PIEDRAS” (Tristán, 1917).

Y también describe algo muy peculiar:

“Continuamos hacia el Oeste [de la cima del Irazú] hasta alcanzar las profundas pendientes del REVENTADO. En todos estos lugares cayó la ceniza en verdaderas masas. Había sobre las hojas no una capa sino verdaderas pelotas. Los tallos de los arbustos tenían encima gruesa capa de barro gris. Algunos árboles recibieron tanto de este lodo que las ramas habían sedido [sic] al peso y estaban inclinadas. Por este lado había pasado gran manga de agua lodosa” (Tristán, 1917).

En el artículo científico, lo anterior se describe de la siguiente forma: “Un gran torbellino de barro había pasado sobre toda la vegetación, dejando los árboles y arbustos con sus ramas dobladas por el peso de una gruesa capa de lodo oscuro” (Tristán & Fernández, 1921); y agregan: “Este lodo siguió en línea recta y fue después esparcido a grandes distancias por los vientos

superiores” (Tristán & Fernández, 1921). Estas descripciones sugieren la ocurrencia de corrientes piroclásticas diluidas y lapilli acrecional, tal y como veremos más adelante en la discusión. Luego de esa erupción habría seguido un periodo de calma durante el resto de diciembre de 1917, caracterizado por una columna blanca de vapor de agua y gases que se observaba regularmente (La Información, 1917e; Tristán & Fernández, 1921) (Figura 3b y c). Esto marcaría el inicio de una nueva fase eruptiva del Irazú que se prolongaría, de forma intermitente y con magnitud variable, hasta el año de 1921.

3.2 Actividad eruptiva de 1918: el clímax

En enero se constataron siete erupciones. Entre ellas destaca la del 6, entre las 7:00 y las 8:00 p.m.:

“Como a las 7 pasadas de la noche me avisaron algunas personas que se veía una erupción muy grande... la cual me sorprendió bastante por el tamaño y el color oscuro rojizo, y se veía que tomaba una dirección noreste a sureste poco más o menos. La mayor parte de los

vecinos se alarmaron pues nunca habían visto erupción igual. Es de notarse que en el norte de Cartago no cayó ceniza y en San José sí” (Vicente, 1918).

La ceniza de esta erupción se dispersó hacia el oeste-suroeste y alcanzó mayor distancia con respecto a la del 17 de diciembre de 1917 (Tabla 1, figura 4). Otra erupción, ocurrida el 14 de enero a las 7:30 a. m., es descrita con bastante detalle desde Guápiles:

“...la erupción que presencié esta mañana a las 7 y 30 ha sido una de las mayores del periodo de actividad del Volcán. Una gran columna de humo completamente negro subía y al tomar dirección Oeste, parte de esa masa negra se iba desprendiendo y cayendo verticalmente sobre el mismo cerro formando así como un fleco o barbas de pañón. No hay duda que este fenómeno se debe a la cantidad de pequeñas piedras y arenas y otras escorias que revueltas con el humo iban” (Expediente sobre actividad del volcán Irazú, 1918).

Entre febrero y julio continuaron las erupciones de magnitud variable. A partir de agosto la energía y tamaño se fue incrementando paulatinamente y las “lluvias de ceniza” se tornaron

cada vez más profusas, duraderas y alcanzaban mayor distancia. También se tienen reportes de cenizas con tonos amarillentos, como es el caso del 8 de enero de 1918 o el 31 de julio de 1918 (Tristán & Fernández, 1921).

En agosto la ceniza causaba gran escozor en Llano Grande (El Renacimiento, 1918b) y San José (La Verdad, 1918b) y las columnas eruptivas se describían oscuras o negras (La Verdad, 1918d) (Figura 5a y b). Las erupciones del 16 y 17 de ese mes habrían sido las más energéticas (El Renacimiento, 1918c) y sus cenizas se dispersaron hasta unos 60 km de distancia en dirección oeste-noroeste (Tabla 1 y figura 4). El 30 de agosto se reportó caída de ceniza en Santa Bárbara de Heredia “por primera vez y en cantidad suficiente que puede notarse bien” (Expediente sobre actividad del volcán Irazú, 1918). En septiembre solo hay dos erupciones documentadas el 19 y el 25 (Figura 5c), lo que podría sugerir un breve descenso en la actividad eruptiva, aunque se continuaba reportando ceniza oscura (Expediente sobre actividad del volcán Irazú, 1918).

En octubre la actividad eruptiva se incrementó: “El cráter arrojaba con fuerza negras columnas de humo que se perdía a gran altura, presentando un espectáculo realmente admirable”

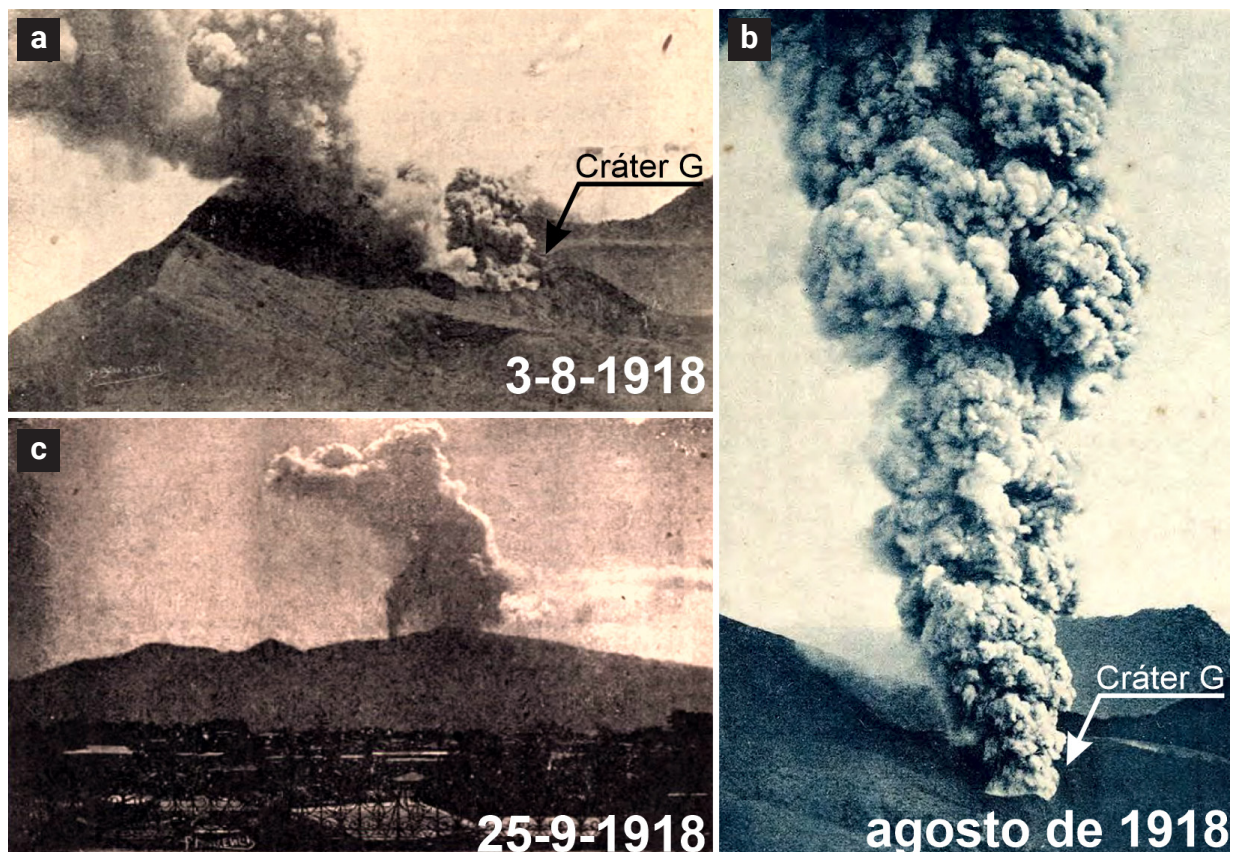


Figura 5. Fotografías de la actividad del volcán Irazú en 1918 tomadas por: a) Ricardo Fernández Peralta (Tristán, 1929), b) Manuel Gómez Miralles (Tristán, 1923), y c) José Fidel Tristán desde la azotea del Colegio Superior de Señoritas en San José (Tristán, 1929).

(La Información, 1918a). La ceniza nuevamente se hacía sentir: “Creíamos que vueltas las lluvias, la ceniza del Irazú no caería más, pero resulta que ahora flota en el aire con más abundancia. Y se ha notado que está cayendo no solo blanquecina ceniza sino escorias en forma de granitos de carbón, que molestan demasiado, pues se introduce en los ojos, produciendo escozor” (La Verdad, 1918e). La noche del 9 de octubre de 1918, a eso de las 7:00 p. m., ocurrió una erupción cuya ceniza se dispersó principalmente hacia el sur-suroeste (Figura 4) y tuvo algunas características particulares:

- a) Fue abundante (La Información, 1918b) y prolongada: “Desde las 8 de la noche, ayer en esta ciudad [Cartago], se notaba la caída de ceniza en nuestras calles. La lluvia arreció conforme avanzaban las otras y a la de cerrar nuestra edición, a la 1 a. m. de hoy, continuaba en gran cantidad. Muchas personas hubieron de liberarse de esa lluvia por medio de paraguas, para evitarse el deterioro de trajes” (El Renacimiento, 1918d).
- b) Caía aún caliente (La Información, 1918d; El Renacimiento, 1918d) y quemaba la piel y la ropa (El Renacimiento, 1918d); también causaba pequeñas quemaduras a los animales “que bramaban y corrían por todas partes” (La Información, 1918c).
- c) Se describió como “arena gruesa” (El Renacimiento, 1918e; Tristán & Fernández, 1918).
- d) Durante esa erupción se observó incandescencia: “una claridad continua en los cráteres del volcán” (El Renacimiento, 1918d); o bien como “una intensa actividad producida por llamas” (La Información, 1918b). También se escucharon retumbos (La Información, 1918c).

Las erupciones continuaron al menos hasta casi finales de octubre y se caracterizaron por “gruesas y negras columnas de humo” (La Información, 1918j) con cenizas que caían casi en “estado candente” (La Verdad, 1918g; La Información, 1918f, 1918d, 1918k). También se observó incandescencia (La Información, 1918g). El 20 de octubre unos excursionistas que visitaron la cima del Irazú describieron: “eso sí, adentro oíanse [sic] a cada instante dilatadas explosiones, algo así parecido a lentas descargas de fusilería; a nuestro alrededor caía algo y al amanecer del día siguiente, notamos que eran pequeñas piedras calcinadas” (La Información, 1918h). Otra descripción detalló:

“las erupciones del volcán se suceden cada dos o tres minutos y en esos momentos óyense [sic] formidables ruidos en el interior, como también explosiones de gran intensidad que se perciben tan fuertes como el retumbar de cañones. Cuando ocurre este fenómeno, es que trepida la tierra tanto más fuertemente cuanto más violentas sean esas explosiones. En el momento de algunas de las erupciones más fuertes,

yo observé que entre la densa columna de humo negro flotaban objetos calcinados de diferentes tamaños y que los más grandes volvían a caer dentro de la bocaza del cráter” (La Información, 1918i).

En los periódicos se manifestaba que la actividad se había incrementado bastante lo que trastocó nuevamente la cotidianidad, ya que la gente se había acostumbrado a la actividad eruptiva:

“El público ha podido apreciar que durante estos últimos días, las erupciones del volcán Irazú han aumentado notablemente y que cada vez son más grandes. Todo eso, sin embargo, con motivo de que hace ya tiempo está en al [sic] actividad, no había alarmado a las gentes que viven en las inmediaciones de aquel volcán, a pesar de que fuertes retumbos se han dejado oír, aún a gran distancia. Ahora, según noticias, se trata de algo que sí ha causado mucha alarma...” (La Información, 1918c).

En los periódicos se insiste en que “El Irazú --agregó el informante-- aumenta cada día en actividad; sus erupciones son más frecuentes y potentes y las lluvias de ceniza y arcillas [probablemente ceniza muy fina mezclada con gotículas de lluvia], más copiosas que antes” (La Información, 1918e).

En noviembre el Irazú entró en un periodo de calma (El Renacimiento, 1918g, 1918h; La Información, 1918l). Una noticia, en particular, detalla lo siguiente: “El volcán en relativa calma. Son vapores, no humo precisamente, lo que arroja por sus dos grandes cráteres. No se perciben ruidos internos ni tiembla como antes en la cúspide de la montaña” (La Información, 1918m). Esa calma se prolongó al menos unas cuatro semanas: “Casi un mes había transcurrido sin que el Irazú, el coloso del este, interrumpiera su reposo” (La Información, 1918n).

Sin embargo, el 30 de noviembre de 1918 tuvo lugar, según José Fidel Tristán, “la erupción más formidable del Irazú” a eso de la 1:30 p. m. (Tristán & Fernández, 1921; aunque los periódicos la reportaron a las 2:30 p. m). Fue una explosión violenta y se escuchó en un radio de al menos unos 15 km e incluso a mayor distancia (Tabla 2, figura 6).

En la finca “El Roble”, ubicada cerca de la cima del Irazú, al momento de la explosión del 30 de noviembre de 1918 unos testigos narraron lo siguiente:

“En momentos de la erupción venían con dos bestias cargadas de palmitos precisamente en las playas del volcán, y fue tal el susto y el pánico que de ellos se apoderó al oír aquellos retumbos y aquellas bocanadas de humo y cenizas, que corrieron a quitar las cargas de las bestias echándolas en un barranco, para montar a caballo y salir de aquel lugar a todo escape como alma que lleva el diablo” (El Renacimiento, 1918k).

Desde la ciudad de Cartago se observó cómo la columna eruptiva se elevó varios kilómetros de altura: “Como impulsada a golpes de intensa presión la columna de humo negruzco

Tabla 2. Retumbos y vibraciones asociadas con la erupción del volcán Irazú del 30 de noviembre de 1918.

Localidad	Distancia (km) y rumbo con respecto al cráter principal	Descripción y referencias
Capellades (Alvarado, Cartago)	10 (SE)	“A las 2:00 p.m. se oscureció todo, un gran ruido se oyó dentro de la tierra y se observaron como relámpagos sobre el Irazú” (1). “Hubo un ligero temblor como a las 2:30 p. m.” (2)
Cervantes (Alvarado, Cartago)	11 (SE)	“Primero sentimos un pequeño temblor y oímos ruidos fuertes y prolongados debajo de la tierra. Vino después la oscuridad”. (1). “un prolongado trueno se oyó debajo del suelo” (Brenes, 1918).
Santa Cruz (Turrialba, Cartago)	13 (SE)	“Se ha sentido temblor pequeño” (2).
Cartago (ciudad)	15 (SO)	“El admirable fenómeno se produjo segundos después de haberse percibido débiles ruidos subterráneos” (1).
Finca Apaikán (cerca de la actual cuesta Los Cedros camino a las Nubes de Coronado)	16 (O)	“notamos también fuertes retumbos que en ocasiones parecían estremecer la tierra” (1).
Barva (ciudad cabecera de cantón, Heredia)	30 (NO)	“El Sr Gregorio Alfaro a quien sorprendió la tempestad en el norte dice que al norte se oyó un fuerte retumbo y se vio levantarse una negra columna” (2).
Sabanilla (distrito del cantón de Alajuela, Alajuela)	41 (NO)	“Pero sí se percibieron allí formidables retumbos subterráneos en el momento en que se produjo la erupción” (1).

Fuentes: (1) La Información (1918n); (2) Expediente sobre actividad del volcán Irazú (1918).

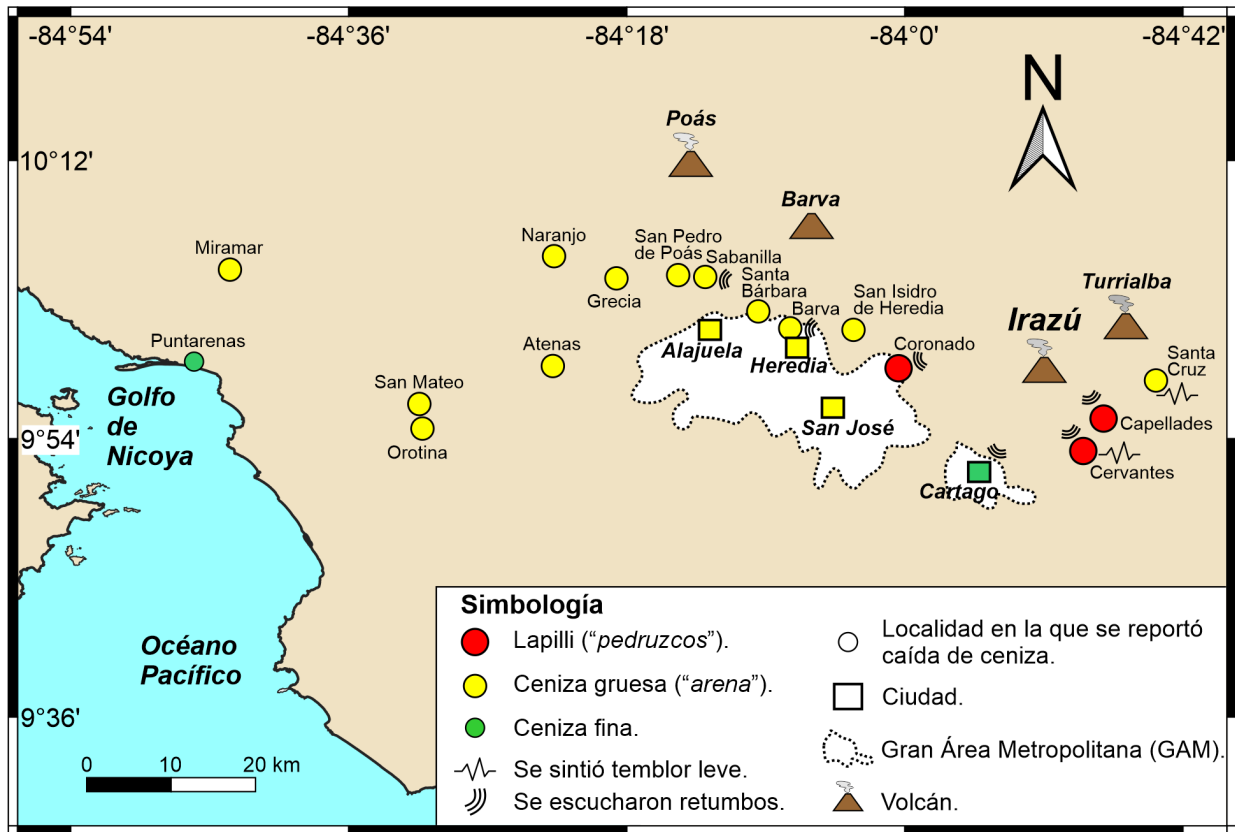


Figura 6. Reportes de caída de ceniza de la erupción del 30 de noviembre de 1918 y otros fenómenos asociados.

fue ascendiendo hasta alcanzar verticularmente [sic] una altura incalculable” (La Información, 1918n). O en esta otra descripción:

“El volcán estaba cubierto por una densa nube blanca, gigantesca, que no dejaba ver la cordillera y que se remontaba a una altura considerable sobre la cresta del coloso. Y, sobre esa gran nube se destacaba, dominando el espacio hasta llegar al fondo del firmamento, hasta rozar perfectamente el cénit, la columna monumental de cenizas” (El Renacimiento, 1918j).

También se describe la fuerza de la explosión: “vimos alzarse una gigantesca columna de humo de espesor nunca visto... Esas escorias debieron ser lanzadas con una fuerza espantosa, pues pocas veces las hemos visto igual” (El Renacimiento, 1918i). En muy corto tiempo, la alta densidad de la columna eruptiva oscureció el firmamento (El Renacimiento, 1918j; La Información, 1918n). La ceniza se describió oscura o negra, pero también se hace mención a una fracción más clara, incluso rojiza (Tabla 3, figura 6).

La ceniza fue dispersada hacia el oeste-noroeste hasta unos 110 km (ya que alcanzó el golfo de Nicoya) y también hacia el sureste hasta unos 11 km (Figuras 4 y 6). La ceniza gruesa (tamaño arena, < 2 mm) alcanzó unos 90 km hacia oeste-noroeste y material aún más grueso, quizás lapilli muy fino, de unos 2 a 4 mm, habría alcanzado hasta ~18 km hacia Coronado y ~11 km hacia Cervantes y Capellades (Figura 6). En Cervantes se reportó que: “comenzó a caer arena negra gruesa como si fueran garbanzos [sic, lapilli fino < 8 mm] y más menudita mucha ceniza” (Expediente sobre actividad del volcán Irazú, 1918). Mientras que, en Capellades, se reportó lluvia de “arena y pedruscos”

(La Información, 1918n). En la finca Apaikán (Coronado, figura 1c) se reportó: “Al fijar la atención nos sorprendió que no era agua lo que llovía sino arena” (La Información, 1918n). Otro reporte de Coronado describe que hubo: “lluvia de pedruscos” (La Información, 1918n).

Algunas noticias aludieron a una posible actividad del volcán Poás concomitante con la erupción del 30 de noviembre. Sin embargo, esto obedece a una confusión, ya que la nube de ceniza pareció provenir del norte como lo evidencia un reporte desde Barva (Tabla 2). Esto último es un problema de percepción, del sitio en donde se observó la nube y achacar la ceniza al volcán más cercano, que para el caso de San Pedro de Poás y de Barva, es el Poás.

En diciembre se reportaron 5 “erupciones grandes” (Tristán & Fernández, 1921) de las cuales, la del día 15 habría generado caída de ceniza gruesa en San José (La Información, 1918p).

3.3 Actividad eruptiva de 1919 a 1921: el epílogo

A partir de 1919 los reportes sobre la actividad eruptiva se tornaron escasos y cada vez más escuetos en la prensa. En ese año se constataron 18 erupciones que generaron caídas de ceniza principalmente hacia el oeste y, ocasionalmente, hacia el suroeste en dirección a la ciudad de Cartago. El 13 de febrero de 1919, particularmente, se describió una “formidable erupción” que hizo llover sobre dicha ciudad “gruesos fragmentos de ceniza” (El Renacimiento, 1919a). Los informes de las excursiones de José Fidel Tristán y Ricardo Fernández Peralta al Irazú durante 1919 ofrecen algunos detalles que sugieren que la actividad eruptiva se prolongaba durante varios días en los que ocurrían emisiones de ceniza sostenidas pero poco explosivas y, ocasionalmente, ocu-

Tabla 3. Descripciones de la ceniza generada por la erupción del volcán Irazú del 30 de noviembre de 1918.

Localidad	Distancia (km) y rumbo con respecto al cráter principal	Descripción y referencias
Santa Cruz (Turrialba, Cartago)	13 (SE)	“La arena tiene reflejos también como plata” (3).
Cartago (ciudad)	15 (SO)	“En algunos puntos de ella, se apreciaba un color rojizo muy marcado, y en otros, el color negro era acentuadísimo” Más adelante: “En el fondo del espacio, una gran mancha semi-roja a especie de una gran cauda, precedía el tinte negro del cielo”. (1).
Finca Apaikán (cerca de la actual cuesta Los Cedros camino a las Nubes de Coronado)	16 (O)	“La primera arena que cayó era muy negra; más luego cayó otra cenicienta y húmeda, que empañaba todos los objetos”. (2).
San José (ciudad capital de Costa Rica)	25 (SO)	“Sobre esta capital llovieron dos clases de arenas: una rojiza húmeda y otra muy morena, seca”. (4).
Barva (ciudad cabecera de cantón, Heredia)	30 (NO)	“la primera oscura, segunda limpia, fina y clara”. (2).
San Mateo (ciudad cabecera de cantón, Alajuela)	74 (O)	“lluvia arena fina con partículas blanquecinas”. (2).

Fuentes: (1) El Renacimiento (1918j); (2) La Información (1918n); (3) Expediente sobre actividad del volcán Irazú (1918); (4) La Información (1918o).

rrían episodios explosivos superpuestos, de magnitud variable, como es el caso de lo observado entre el 14 y el 16 de febrero de 1919 en la cima del volcán (Figura 7):

“salía por este cráter una gruesa y compacta columna de humo, renegrido, ya en grandes porciones que se iban desmenuando [sic] en otras tantas más pequeñas, torciéndose y retorciéndose en todas las formas imaginables”... “De pronto oímos un ruido formidable; mil piedras parecen chocar unas con otras y segundos después salen del cráter, abriendo la espesa humareda, grandísima columnas [sic] de un barro negro y reluciente. Pude observar dos de estas columnas, una más gruesa que la otra. Momentos después tuvimos la suerte de ver una gran lluvia de piedras. Casi todas se dirigieron hacia el lado O, después de describir en el aire grandes curvas. Evidentemente estas piedras fueron arrastradas por las erupciones de barro. Calculamos que habían llegado a una altura de 100 a 150 metros. Vimos rodar varias piedras y caer de nuevo en el cráter” (Tristán, 1919).

Luego de la erupción anterior continuó la emisión de ceniza pero, después:

“...violentamente salió de nuevo una nueva erupción de humo negro que se elevó a mucha altura. Casi al mismo tiempo se produjo el fuerte ruido de piedras mucho más fuerte que la primera vez y las elevadas y lucientes [sic] columnas de barro volvieron a manifestarse en todo su esplendor” (Tristán, 1919).

En marzo de 1919, José Fidel Tristán, Ricardo Fernández Peralta y David Sutherland describieron algunas erupciones poco explosivas que salían del nuevo cráter: “Momentos después salía por dicho cráter X [el nuevo] una pequeña erupción de humo algo negruzco, pero floja, es decir sin violencia y sin mayor ruido (Figura 7). Duró esta erupción unos 10 minutos” (Tristán, 1919). En 1920 solo se obtuvieron reportes de 8 erupciones que afectaron San José con caída de ceniza (Figura 7). Finalmente, en 1921, solo una erupción se constató.

4. Cambios geomorfológicos del cráter principal del volcán Irazú durante la fase eruptiva de 1917 a 1921

Antes de la fase eruptiva de 1917-1921, el volcán Irazú presentaba al menos 8 cráteres denominados: A, B, C, D, E, F, G y H (Sapper, 1901; figura 8a). Esta nomenclatura fue luego utilizada por José Fidel Tristán y Ricardo Fernández Peralta como base para sus descripciones y esquemas elaborados durante sus excursiones (Figura 8b-h).

Conforme la actividad eruptiva evolucionaba, los cráteres se ensanchaban progresivamente, particularmente los cráteres G, D y E (Figura 8c-e). Entre agosto y octubre de 1918 se formó un nuevo cráter que ocupó parte del espacio de los cráteres E, D y L. Ese cambio habría ocurrido el 9 de octubre (Fernández, 1920), pero no es seguro, ya que no hubo excursiones entre el 3 de agosto y el 20 de octubre de 1918, cuando unos excursionistas ascendieron y tomaron fotos cuyo análisis permitió verificar la formación del nuevo cráter (Tristán & Fernández, 1918). Es posible que ese cráter se hubiese gestado en algún momento durante ese lapso por una o varias erupciones. En noviembre de 1918 se observaba una profusa desgasificación desde el cráter G y el nuevo cráter (Tristán & Fernández, 1918). Durante la erupción del 11 de noviembre de 1918 el nuevo cráter se ensanchó y fue denominado M (Figura 8f-h). También se describió lo que podrían ser anillos de tobas o pequeños conos piroclásticos: “Algo más de nuevo; se han formado en diferentes direcciones promontorios de arenas calcinadas que obstaculizan el paso para llegar al borde del segundo de los cráteres en actividad; quiero decir, al de más reciente formación” (La Información, 1918i). Al respecto José Fidel Tristán y Ricardo Fernández notaron que: “Las fotografías tomadas el 20 indican muy claramente que se ha formado un cono dentro del cráter que irá aumentando poco a poco” (Tristán & Fernández, 1918). En marzo de 1919 ambos científicos reportaron lo que habría sido un lago de lava en el fondo del nuevo cráter M: “se ve una capa negra que se mueve lentamente formando ondas grandes. De la superficie sale el humo azul que sube lentamente” (Tristán, 1919). Esto sería similar a lo reportado por el gobernador Diego de la Haya Fernández, en su diario, para la erupción de 1723: “...el fuego se mantenía en el plano bajo, sobre la parte del norte, á manera de cuando una paila de breá ó alquitrán se pega fuego, con continuados esfuerzos é impulsos, como si en aquel fuego echasen algunas partes tenuas de aguas y que echava por instantes cenizas, arenas y piedras menudas...” (Alvarado, 2021) y que es atribuido por Alvarado y Schmincke (2013) a un laguito de lava.

La actividad volcánica posiblemente también aumentó el proceso de inestabilidad de laderas: “...hacia el lado noroeste de la cima de la cordillera, esto es, en dirección a Coronado, grandes derrumbes; allí se han desplomado no menos de diez manzanas de montaña y en cada gran erupción que hace el coloso, se observa de lejos cómo caen continuamente los grandes bloques de los perfiles de las montañas” (La Información, 1918i). Otro reporte menciona que: “El 30 de noviembre [por contexto sería 1917] durante la noche hubo un derrumbe [sic] de consideración en el Reventado” (Tristán & Fernández, 1921).

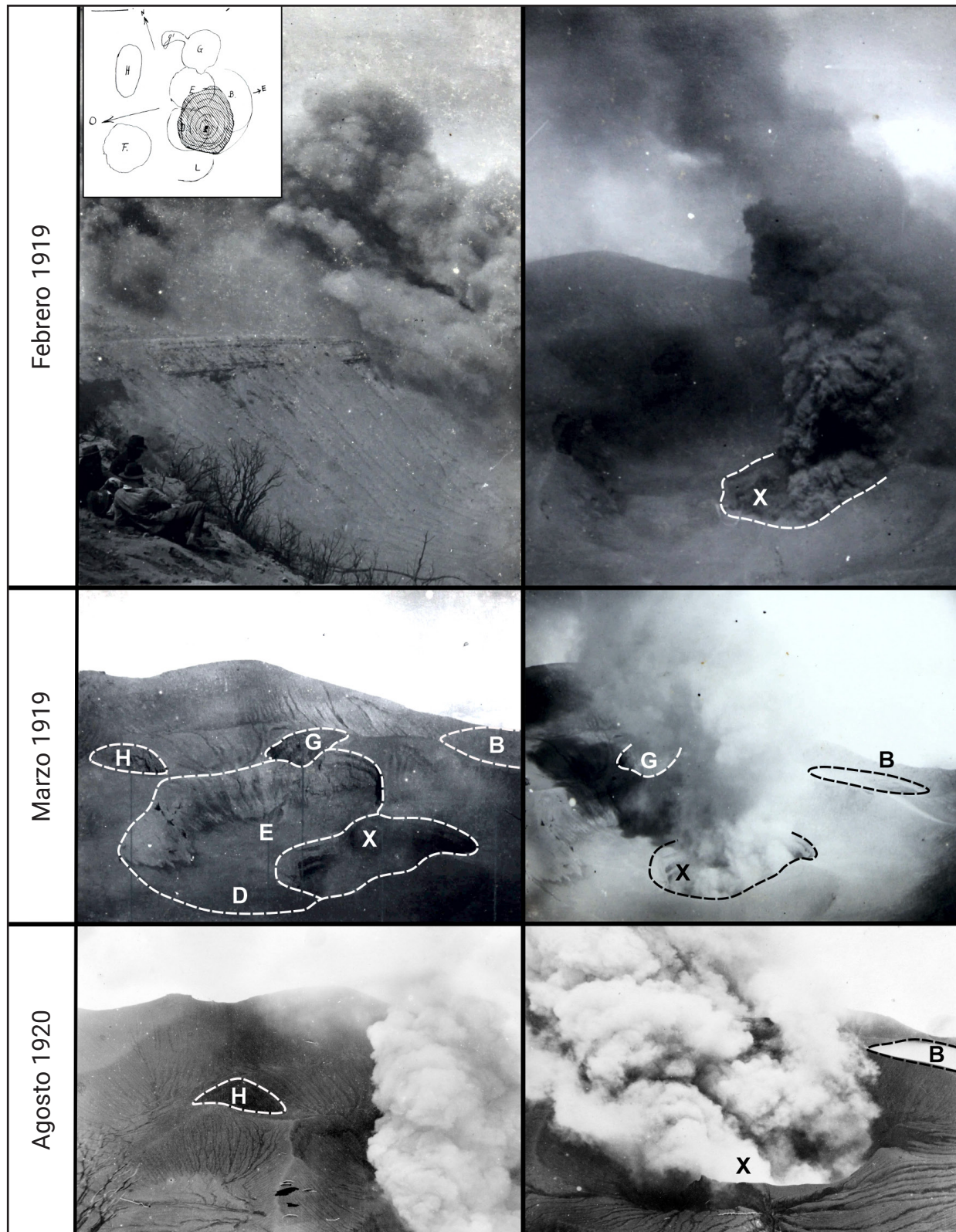


Figura 7. Imágenes de la actividad del volcán Irazú tomadas por José Fidel Tristán en febrero y marzo de 1919 (Tristán, 1919) y en agosto de 1920 (Tristán, 1920). Durante estos años la actividad cesó en el cráter G y se concentró en el nuevo cráter denominado “X” (que luego fue denominado M en Fernández, 1920) y que abarcó parte de los cráter E y D, tal y como se observa en el esquema del recuadro de Tristán (1919).

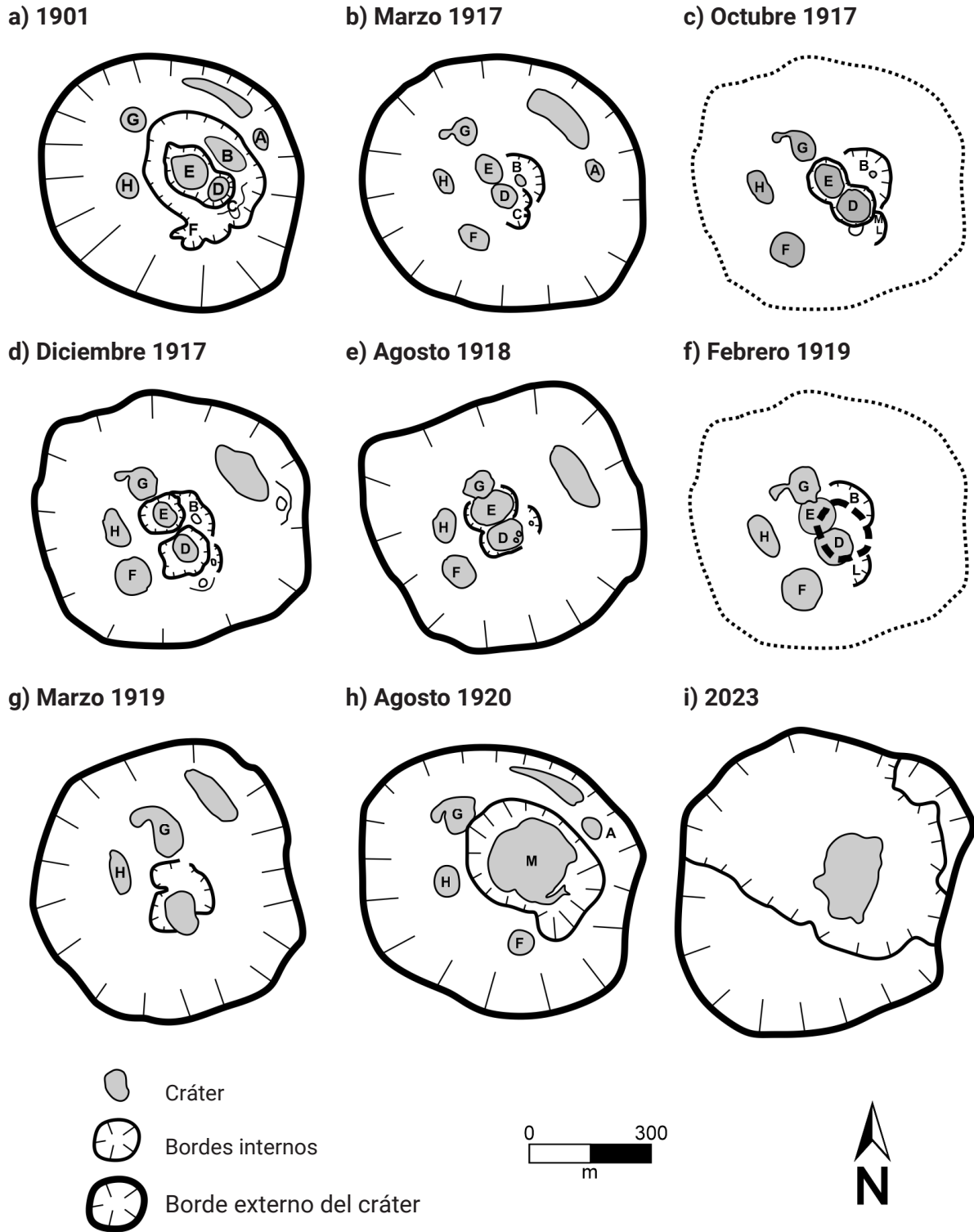


Figura 8. Evolución de los cráteres en el volcán Irazú entre 1901 y 1920. Las fuentes de los esquemas son: a) Sapper (1901), b) Fernández (1920), c) Tristán & Fernández (1917), la línea punteada indica el borde externo del cráter como referencia; d) Tristán (1917); e) Tristán (1918); f) Tristán (1919), la línea discontinua indica el lugar del nuevo cráter formado luego de la actividad eruptiva ocurrida entre agosto y octubre de 1918, la línea punteada indica el borde externo del cráter como referencia; g) Tristán (1919); h) Fernández (1920). i) Esquema basado en una imagen de *Google Earth* CNES/Airbus, Maxar Technologies del 17 de abril de 2023.

5. Impactos de la fase eruptiva de 1917-1921 del volcán Irazú

5.1 En la producción agropecuaria

La producción agropecuaria fue impactada desde la primera erupción en diciembre de 1917: “Los potreros de esa localidad [Tierra Blanca] están cubiertos de una espesa capa de ceniza y escorias volcánicas, a tal extremo que el ganado no puede comer y está seriamente amenazado” (La Información, 1917i). Muy pronto se hizo necesario llevar el ganado a un lugar seguro: “El señor Sánchez ha dispuesto trasladar inmediatamente su ganado a otros potreros pues está seguro de que si no lo hace el frío y la ceniza lo van a matar” (La Información, 1917i). Otra noticia indica: “...antes que perecieren de hambre, debido a que las cenizas exhaladas por el coloso, se amontonan en los potreros y aniquilan por completo los pastos” (El Renacimiento, 1918a). En algunos fue necesario incluso trasladar el ganado a fincas lejanas, hacia el sur y sureste del volcán, hasta unos 50 km:

“En previsión de males mayores y para salvar sus ganados en caso apurado, algunos finqueros forman fincas en la región alta de Navarro, la Estrella, Muñeco y Palo Seco, parajes de clima frío; esta región es la comprendida en el Cerro de la Muerte y Cartago; son la mayoría de esos terrenos muy accidentados, aunque la naturaleza allí es exuberante” (La Información, 1918e).

La necesidad de traslado del ganado prevaleció durante 1919: “Numerosos finqueros se han visto en la necesidad de trasladar los animales a pastizales más distantes donde no cayere ceniza” (El Renacimiento, 1919i). Otra complicación fue la disminución de la mano de obra en las fincas por temor a las erupciones: “... han abandonado las fincas muchos peones contándose ya en ellas, la falta de brazos para las faenas agrícolas” (La Información, 1918g). Al impactarse las fincas y el ganado, la producción de leche y sus derivados también se afectó:

“Muchas familias que se proveen diariamente de leche traída por expendedores del lado Este de la capital, han notado en ella un sabor amargo y bastante desagradable. Tratándose de inquirir el motivo de ese sabor tan detestable, los expendedores explican que él se debe a las cenizas volcánicas que las vacas ingieren al pastar en los potreros que recibieron con alguna abundancia en días pasados las escorias del Irazú” (La Acción Social, 1918a).

Lo anterior coincide con el aumento del 100% en el precio del queso durante el segundo cuatrimestre de 1918 (Barrantes et al., 2011). Al respecto el periódico La Verdad publicó que dicho aumento se debía al uso de la leche para elaborar queso

de exportación, motivados por los buenos precios del producto en el extranjero (La Verdad, 1918a). Sin embargo, la actividad volcánica pudo influir, al menos en parte, en el faltante de leche y queso y, consecuentemente, en la volatilidad de los precios de esos productos:

“En las fincas donde llueve cenizas volcánicas, nótase [sic] al instante, en la producción de leche, los efectos perjudiciales; por ejemplo, en la finca del señor Gutiérrez, se hacen de ordinario hasta tres quintales de queso, cuando cae cenizas, esa producción baja al instante a un quintal y medio, cuando mucho. En igual cantidad exactamente, y por la misma circunstancia, queda reducida en aquella y todas las fincas de la misma región, la producción de leche”. También se comenta que “...el problema de las subsistencias en San José, desde que los pobladores de esta ciudad son principalmente abastecidos de leche y quesos procedentes de aquellas fincas” (La Información, 1918e).

La época lluviosa en 1919 dio una tregua a los productores de leche (La Información, 1919b). En mayo de ese año el precio bajó a 25 céntimos y se atribuía a las lluvias que lavaban las cenizas (La Información, 1919g). Pese a ello, también había especulación, por cuanto algunos lecheros la continuaban vendiendo a 30 céntimos (La Información, 1919g).

También el ganado enfermaba y moría por la ingesta de la ceniza que cubría el pasto: “La intoxicación del ganado al comer la yerba cubierta de ceniza era terrible y estaba causando grandes perjuicios y como consecuencia de ello, el ganado moría rápidamente” (La Información, 1919c). En una finca ubicada en Coronado se informó que: “han muerto en esa finca más de cuarenta reses intoxicadas por las sustancias que contiene la ceniza volcánica” (La Información, 1919c). Otra noticia advertía:

“Sabemos de lecherías que se han visto reducidas a un 40 por ciento de su producción corriente, y de finqueros que cuentan por docenas sus pérdidas de ganado, entre grandes y pequeños”... “Las vacas lecheras son las que más sufren esas intoxicaciones [sic], porque su secreción láctea se reduce notablemente, amén de la pérdida paulatina en carnes, quedando--las más contaminadas--en estado cadavérico, siendo imposible en la mayoría de las veces, salvarlas de la muerte” ... “...que la industria lechera cuenta hoy con tan implacable enemigo, que seguirá produciendo sin duda alguna, alza justificada en el precio de la leche, y perjuicios incalculables al ganado lechero” (La Verdad, 1919d).

También la actividad agrícola se vio impactada por la actividad del Irazú, por ejemplo los cultivos de papa y cebolla. José Fidel Tristán reportó que: “Las fincas situadas al oeste del cráter y a una distancia de varios kilómetros están sufriendo mucho con la constante caída de ceniza que destruye los pastos y sembrados” (La Verdad, 1918c). Otras fincas al noroeste de

Cartago fueron afectadas: “...principalmente los sembrados de ceboyas [sic], frijoles y papas. Todo un plantío de papas, que tenía yo en aquellas regiones, se dañó grandemente, debido a que en ese lugar, fue mucha la ceniza que cayó. Las hojas de las ceboyas [sic] se han secado por completo” (La Acción Social, 1918b). En otra noticia se comenta que: “...en una plantación de papas hacia la parte noroeste del volcán, tanto se ha acumulado la ceniza, que bien pude tener esa capa un pie de espesor” (La Información, 1919a). También se comenta sobre las pérdidas en los cultivos de trigo: “Pero resulta que en esta época, en que mayor cantidad de ceniza ha estado cayendo en todos aquellos lugares, tanto el trigo como otros cultivos que allí posee, se han perdido casi por completo debido a la acción de esas escorias volcánicas, que tanto perjuicio están causando a todos los agricultores y propietarios de fincas ganaderas” (La Información, 1919a). Resulta también significativo el efecto que la ceniza generó en las milpas, lo que podría haber dejado un portillo abierto para la acción de plagas:

“...vemos este año que gran parte de las matas del maíz cultivado se han desarrollado de modo conveniente, y sin embargo dentro del zurrón formado por las tusas que han de envolver la mazorca, no se ha cuajado el producto; y, en muchas, ni aun el olote en que han de salir pegados los granos... para que se piensen otras causas, a las cuales se pueda atribuir la plaga” (El Renacimiento, 1919h).

Ante la perspectiva de que la actividad volcánica no terminara, los agricultores, algunos calificados como pobres por la noticia, se vieron en la incertidumbre de volver a sembrar, lo que pudo aumentar el problema del abasto de alimentos agrícolas: “Ahora se encuentran ellos privados de la siembra temerosos de regar la semilla, por cuanto que con una sola erupción no más todo queda perdido, tal es la acción de la ceniza. No encuentran qué camino tomar” (El Renacimiento, 1919b). La papa blanca tuvo fluctuaciones de precios entre 1905 y 1925 posiblemente por el impacto climático y de las plagas (Barrantes *et al.*, 2011). La actividad del Irazú podría sumarse como otra causa de dicha fluctuación. Los precios más altos se alcanzaron en 1916, 1918 y septiembre de 1919, cuando el saco de ocho cajuelas llegó a costar 25 colones (Barrantes *et al.*, 2011). Al menudeo, el cuartillo de papas costaba 0,50 colones en enero de 1918, y para junio de ese año había aumentado a 0,75 colones (Barrantes *et al.*, 2011). Aunque la actividad del Irazú no se contempla como la causa directa de las fluctuaciones en la producción y los precios de los productos agrícolas como la papa, es claro que podría haber jugado un papel importante, como se desprende de la siguiente noticia:

“Un agricultor cartaginés, persona seria y de respeto, dice refiriéndose a los perjuicios que reciben los finqueros de la región norte de la

ciudad de Cartago a propósito de las constantes erupciones de cenizas del Irazú: Esos daños son mucho mayores de lo que la mayoría de las gentes sospechan; ascienden esos perjuicios a millones, con la ruina casi total de numerosos agricultores” (La Información, 1918e).

En 1919, prevalecía la preocupación por la producción de papa: “La inutilización de los terrenos que se encuentran situados en las faldas del volcán Irazú, ha hecho que los propietarios abandonen toda clase de sembrados que allí tenían. Las tierras de estas regiones eran fertilísimas y especialmente las papas se daban con una frondosidad digna de admirarse” (El Renacimiento, 1919f). Al cabo de dos años de actividad eruptiva, la angustia por los efectos adversos de la ceniza en la actividad agropecuaria y agrícola era palpable: “La constante actividad de nuestro ‘coloso’, que, dicho sea de paso, lleva ya cerca de dos años de interminable ‘humarera’, tiene convertidos a los mejores sitios de ganado lechero, situados en la cadena del Este, en campos de desolación y ruina” (La Verdad, 1919d).

5.2 En la salud

Sobre las consecuencias en la salud se tienen pocas noticias y las que existen se relacionan con malestar e irritación en los ojos en San José: “Ayer durante el día fue muy perceptible la caída de ceniza volcánica en esta capital. Causaba gran escozor en los ojos de los transeúntes” (La Verdad, 1918b); o en Puntarenas: “Los ojos en los hermosos rostros de las bellas sí fueron los verdaderamente perjudicados con el escozor que les produjo la caída en ellos de aquella sustancia volcánica” (El Heraldo, 1918).

5.3 Los lahares de 1919 en el río Reventado

Los lahares en el Irazú son originados por lluvias intensas durante o después de períodos eruptivos intensos, que arrastran gran cantidad de lodo, arenas y rocas métricas, en particular hacia el sector sur del volcán, que son las áreas más vulnerables (Soto & Sjöbohm, 2015).

Los lahares a lo largo del río Reventado suelen ser concomitantes con los períodos eruptivos del volcán Irazú durante la época lluviosa que tiene lugar entre mayo y noviembre en la vertiente del Pacífico (Manso *et al.*, 2005). Entre los que se han reportado resaltan aquellos que ocurrieron en 1724 (Peraldo, 1996) y 1963 (ICE, 1965). Para la fase eruptiva de 1917-1921, una descripción de un periodista mexicano refiere que las lavas invadieron los pueblos cercanos, sin embargo, esto ha sido interpretado como lahares (Peraldo & Mora, 2008).

En este trabajo se extrajo de las fuentes hemerográficas alguna información, a veces ambigua, respecto a la generación de lahares en el río Reventado (Figura 1c), por ejemplo: “También en Car-

tago el río Reventado está aumentando de manera extraordinaria su caudal de aguas. Los vecinos temen que, como 29 años ha, se desborde e inunde algunas casas” (La Verdad, 1919a). Se puede resaltar en este texto la referencia a las inundaciones de 1891.

En otra noticia se asocia la acumulación de material volcánico con las crecidas: “...han cesado las grandes crecientes del Río Reventado, que se atribuían a la acumulación de escorias que se encontraban haciendo presa en las faldas del volcán, que es donde nace este río. Ha llovido fuerte y el vecindario de San Nicolás, dichosamente, no se ha vuelto a ver amenazado por dicho río” (El Renacimiento, 1919g). Asimismo, otra noticia describe lo que podría ser el arrastre de ceniza acumulada durante las crecidas: “Es tan grande la cantidad de arena que ha arrastrado, que formó un inmenso montón hacia el puente” (El Renacimiento, 1919c). Esta descripción hace referencia al puente en el barrio de San Nicolás de Tolentino. El Barrio de San Nicolás (Figura 1c), es donde se ubica el actual dique noroeste dentro de la ciudad de Cartago y es interesante una propuesta para contener la corriente de agua dentro del cauce: “Para evitar cualquier daño, lo que cabe hacer en este caso, es una especie de cortina a la orilla del río, en una distancia bastante grande, a fin de que las aguas no se desborden e inunden las casas de aquel barrio” (La Información, 1919h). Otras noticias refuerzan la tesis de que lahares bajaron por el río y afectaron las áreas circunvecinas (Tabla 4).

6. Convergencia de los acontecimientos políticos y la fase eruptiva del volcán Irazú de 1917 a 1921

El 27 de enero de 1917, Federico Tinoco Granados y su hermano José Joaquín Tinoco Granados propinaron un golpe de Estado que derrocó al presidente Alfredo González Flores (Figura 9). Poco tiempo después Federico Tinoco se erigió como presidente constitucional con amplio apoyo popular, que pronto disminuyó, entre otras causas, por una pésima administración de las finanzas públicas que afectaba a los sectores populares y, sobre todo, por instaurar un cuerpo policial represivo y cruel, compuesto por esbirros leales a la dictadura y de restringir la libertad de expresión a todo nivel (Fernández Morales, 2010). En julio de 1917 se cerró el periódico *El Imparcial* y en agosto se reforzó la represión con la entrada en vigencia de la “Ley del Candado” (Fernández Morales, 2010). Las palabras de Eduardo Oconitrillo resumen el sentimiento de muchas personas de la época: “Decían que los Tinoco habían adoptado como lema de buen gobierno: Para los amigos: plata. Para los enemigos: plomo, y para los indiferentes: palo. Porque eran tiempos en que se repartía plata, plomo y palo” (Oconitrillo, 1985).

Mientras la dictadura de “los Tinoco” seguía su curso, a partir del 4 de octubre de 1917 el volcán Irazú también irrumpiría en la vida de la población costarricense, especialmente la del Valle Central (La Información, 1917a) (Figura 9). Esto lo aprovechó el periódico *El Lábaro*, crítico del régimen de los Tinoco, que contribuyó a crear una atmósfera de “mala suerte”:

“El volcán Irazú está en actividad. Son síntomas de mal agüero. Siempre ha existido una relación sumamente directa entre los volcanes terrestres y los sociales. Cuando hizo erupción el Pichincha, fusilaron a

Tabla 4. Síntesis de los reportes sobre lahares durante la fase eruptiva del Irazú de 1919 a 1921.

Día	Daños	Comentarios y referencias
10 de mayo de 1919	No hay información.	En la noche hubo una creciente por fuertes lluvia. Se escuchó un ruido atronador por el arrastre de rocas de gran tamaño y troncos. Sin embargo no salió de su cauce (1).
14 de mayo de 1919	7 viviendas (2). Estas casas parece que estaban ubicadas en la parte norte de ese barrio [San Nicolás]; casas fueron inundadas sin pérdidas apreciables (3). Lavado de terrenos cultivados (4). Pérdidas en cultivos de papa y maíz; animales de corral ahogados (4, 5). Pérdida de muebles, ropa y otros (5). Puentes dañados, uno de ellos ya estaba en malas condiciones (6).	Otra crecida que se desbordó inundando parte del barrio de San Nicolás. La corriente arrastraba piedras enormes (2). Se dice que en otros lugares a lo largo del cauce dado lo plano del terreno la inundación se ha extendido hasta 100 metros. Una noticia refiere que las cuadrillas del ferrocarril, se han llegado “...donde se encuentra el desbordamiento del río por el lado de la línea...”; no se indica el nombre del río pero se infiere que es el Reventado, que causa problemas en la línea férrea (7) (Figura 1c).
24 de mayo de 1919	No hay información.	Se escuchó ruido de la creciente, sin que se saliera del cauce (8).
16 de octubre de 1919	Inundó el barrio San Nicolás (9) (Figura 1c).	Nuevamente pánico entre los vecinos. Se sugiere ensanchar el cauce. No fue grave (10).

Fuentes: (1) La Información (1919d); (2) La Información (1919e); (3) El Renacimiento (1919c); (4) La Información (1919f); (5) La Verdad (1919b); (6) El Renacimiento (1919e); (7) El Renacimiento (1919d); (8) La Información (1919h); (9) La Prensa (1919); (10) Diario de Costa Rica (1919).

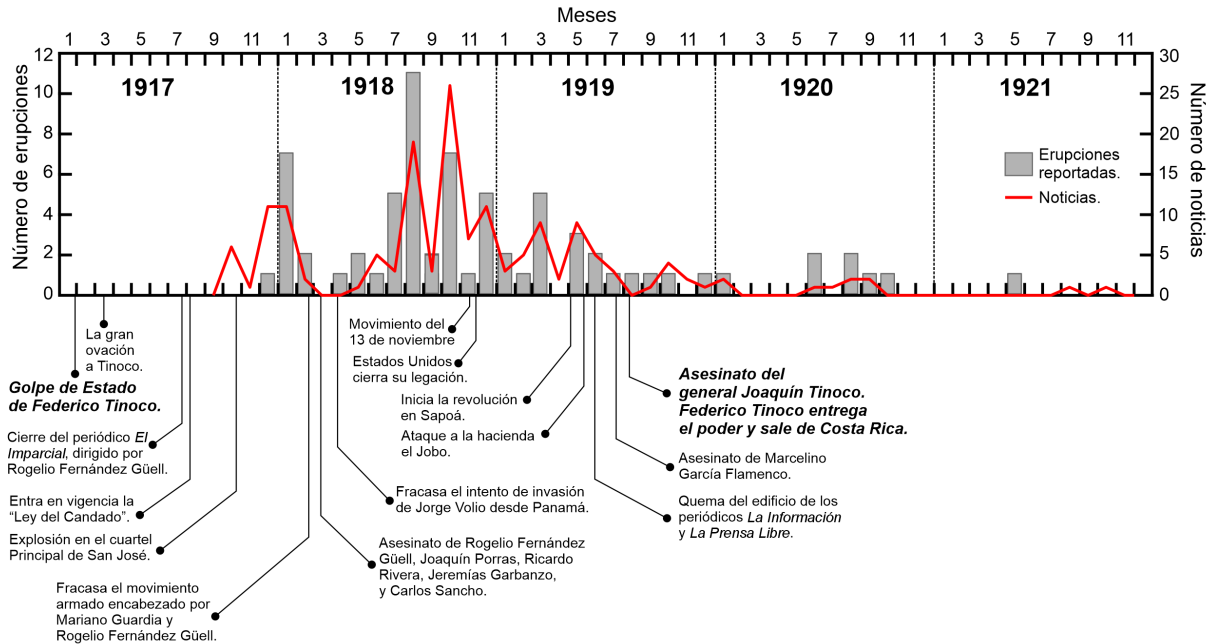


Figura 9. Convergencia de los acontecimientos políticos y la fase eruptiva del volcán Irazú de 1917 a 1921, dada en el número de erupciones reportadas y la cantidad de noticias aparecidas en los periódicos.

los Alfaro, cuando rugió el Momotombo dieron los despachos a Zelaya; cuando el Izalco se alborotó mandaron a los Ezetas a cenar a ultratumba; cuando se embarcaba don Porfirio al ostracismo, el Popocatepetl parecía un Vesubio... y así sucesivamente. ¡Y que no ruja en la Yankilandia ningún volcán para que haga temblar al Tío Sam!" (El Lábaro, 1919).

El 23 de octubre de 1917, explotó una parte del Cuartel Principal (La Información, 1917d), ubicado en lo que fue la Penitenciaría Central y actual Museo de los Niños y aunque se daba por un hecho que había sido accidental, el gobierno no tardó en atribuirlo a sus enemigos políticos (Fernández Morales, 2010). Casi dos meses después, el 17 de diciembre de 1917 por la noche, el Irazú hizo su primera erupción y ensombreció aún más el ambiente que ya estaba enrarecido por los sucesos políticos y sociales: "EL COLOSO DESPIERTO: Nuestro viejo coloso, el Volcán Irazú, que parecía dormido y que no daba más trazas de vida que las solfataras y alguna boca secundaria humeante en las pendientes del lado noreste, parece haber despertado ahora de su sueño ancestral" (La Información, 1917f).

De modo que, volvió a llover ceniza en San José, después de la vertida por el Turrialba en 1864-1866 (Soto, 2012): "También en esta capital [San José] ha habido algunas manifestaciones de la lluvia de cenizas. En la parte Sur de la ciudad notaron las personas que dejaron tendida ropa algunas pequeñas cantidades de cenizas que dejan una mancha bien perceptible" (La Información, 1917g). Este nuevo fenómeno despertó la curiosidad en la

población: "Había muchas personas que observaban el volcán desde que apareció la primera luz del día y que daban cuenta hasta del número de erupciones que había hecho y que ellos habían tenido la paciencia de contar" (La Información, 1917j). La profesora Ester de Tristán describió la actividad eruptiva desde la azotea del Colegio Superior de Señoritas:

"... las alumnas que frecuentaban el Colegio en aquella época, vieron con frecuencia grandes erupciones, a veces blancas, formadas por vapor de agua condensado; a veces oscuras y negras por la gran cantidad de lodo gris---llamado ceniza--- que arrastraban en su salida por la chimenea. Espectáculo verdaderamente imponente fue ver desde aquí las sucesivas erupciones, cuando la luz de la mañana apenas principiaba a alumbrar la cumbre del volcán" (Tristán, 1929).

El mismo José Fidel Tristán, desde su prisma científico, también describió el espectáculo:

"Imponente aspecto del Volcán IRAZU [sic] al amanecer el día 18 de Enero de 1918. A las 5 y 10 minutos de la mañana el cielo un bello color rosado y la gran columna se veía casi completamente negra. A las 5 y 30 el cielo se puso rojo y la elevada columna de un color negro se elevaba magestuosa [sic] produciendo un extraordinario contraste. El fenómeno más hermoso que he visto. Todavía a las 6 de la mañana tenía el cielo un tinte rosado muy hermoso" (Expediente sobre actividad del volcán Irazú, 1918).

La actividad eruptiva del volcán Irazú extrañó a los habitantes de la época y, ya sea por lo prolongado del periodo de calma del volcán (casi dos siglos, y cuando la ciudad capital aún no existía), olvido o poco o ningún conocimiento de la historia, lo interesante es que no se tenía recuerdo de una erupción anterior similar: “No registra la historia erupciones más potentes y más continuas que las de esta época. Siempre se le tuvo por volcán muerto y próximo a no ocupar lugar en la geografía. Pero ya estamos presenciando potentes erupciones que mueven a cuidado; ruidos sordos interiores que se acentúan más durante las noches y más que todo, lluvias casi constantes de ceniza” (El Renacimiento, 1918f).

La dictadura y la actividad del Irazú transcurrieron en paralelo, aunque no necesariamente imbricados. Lo que hacía el volcán no parecía preocupar a “los Tinoco”, quienes estaban más ocupados en mantenerse en el poder y, sobre todo, lograr el reconocimiento del presidente de Estados Unidos, Woodrow Wilson, quien no simpatizaba con la dictadura, y de hecho, nunca lo reconoció (Oconitrillo, 1982). El único vínculo entre la erupción del Irazú y el gobierno, se halló en los telegramas que contenían los reportes de la actividad volcánica y que fueron enviados por las autoridades de distintas jurisdicciones del país por orden directa del presidente de la República, ante la solicitud de José Fidel Tristán. Sin embargo, Tristán comentó que el resultado no fue el esperado, ya que algunos se extraviaron y sobre todo “Muy poco interés tomaron en estos asuntos las personas que pudieron haber hecho algo. San José 31 de diciembre de 1918” (Expediente sobre actividad del volcán Irazú, 1918). Por esta razón la documentación del impacto por caída de ceniza es escaso, lo que limita el análisis volcanológico. Las noticias no evidencian alguna preocupación del gobierno por la actividad volcánica y sobre todo su impacto. Por el contrario, en varios comentarios periodísticos se hacía explícito cómo los acontecimientos políticos, sociales y económicos del país eran más importantes que las erupciones del Irazú. En 1918, durante el apogeo de la actividad volcánica se escribió en un rotativo:

“Por un lado el “escándalo” de la inesperada y enorme baja de los cambios; por otro, el “bombazo” terrible de don Julio [Julio Sánchez], el de Heredia, fijando el precio del café a un tipo inconcebible, lo que no ha dejado de producir conmoción general; luego, los “noticiones” de Europa; la polémica establecida entre los gruñones apóstoles de la enseñanza para probar quién ha servido mejor a la juventud estudiosa y ha enseñado más, resultando que ninguno ha hecho bien su tarea; los proyectos económicos de don Enrique el de Hacienda, encaminados a establecer nuevas contribuciones no obstante las muchas que ya nos ahogan; los rumores políticos que no faltan, a cual más alarmista; las picardías de ciertos comerciantes que aprovechando la situación explotan criminal y alevosamente al sufrido pueblo; el dengue; las fechorías de

la plaga de rateros y ladrones que invaden esta capital; los escándalos del juego y de la prostitución; y mil pestes, desgracias y molestias más que desde hace tiempo traen a los josefinos a tan mal traer, nos hacen olvidar la actividad del formidable coloso del Este, el Irazú que al decir de las gentes que han visitado últimamente sus cráteres, ha entrado en tranquilidad casi absoluta. Buena noticia...? No tal; porque, cuando el León duerme...” (La Información, 1918).

De manera explícita, el siguiente texto también refiere cómo los acontecimientos políticos ensombrecían la actividad volcánica, aun cuando esta ya venía en descenso en 1919:

“Los acontecimientos políticos últimos, que mantienen la atención del público en todas sus manifestaciones, no han permitido que se observen las grandes erupciones que desde hace más de cinco días está haciendo el Irazú. En la mañana de ayer el volcán amaneció completamente despejado y de su cráter salía una gruesa columna de humo negro que en forma de espirales le daba un aspecto muy hermoso. Durante toda la mañana pudieron admirarse estas grandes erupciones, que posiblemente ocasionaron en los contornos del cráter lluvias de cenizas” (La Verdad, 1919c).

Incluso, de vez en cuando, se publicaba algún texto peculiar, que convertía al Irazú en personaje de chistes o de sátiras poéticas: “Mr. Sittenfeld, Presidente de la Comisión de Fiestas, ha entrado en arreglos con el volcán Irazú para la iluminación del Parque de Morazán del día 1° de Enero. Desde que se instaló la Comisión de Fiestas los dos colosos, el Irazú y Mr. Sittenfeld, están dando muestras de la mayor actividad” (Crispín, 1918). O bien, esta otra graciosa gaceta mordaz contra la policía:

“El paisaje es gracioso y atractivo / cuando el volcán está en actividad, / y es lo que no concibo / que el “monstruo enorme” sea más “activo” / que el “cuerpo policial” de esta ciudad. / La vista es atrayente en grado sumo, / desde aquí bien se ve, / y sin embargo yo, en verdad, presumo que / humeante el “Irazú” / echa menos humo que algunos “dandys” que hay en San José” (El Duende Rojo, 1918).

Durante un lapso de baja actividad eruptiva, entre febrero y abril de 1918, se gestaron los primeros movimientos armados en contra de “los Tinoco”, encabezados por Rogelio Fernández Güell, pero él y otros líderes serían brutalmente asesinados en marzo de ese año (Oconitrillo, 1982). El 27 de noviembre de 1918 Estados Unidos cerró su legación en San José (Oconitrillo, 1982) y el 30 de noviembre ocurrió la erupción de mayor magnitud de la fase eruptiva (Tristán & Fernández, 1921). Luego de este evento, la actividad se mantuvo intensa hasta agosto de 1919. En junio de ese año, una gran manifestación contra el régimen, impulsada principalmente por estudiantes, culminó con el incendio al edificio de los periódicos progubernistas *La Información*

y *La Prensa Libre*, lo que sería un importante catalizador a la salida de “los Tinoco” del poder (Bonilla Castro, 2008), pero también dejaría un importante vacío de información sobre la actividad del Irazú (Figura 9). Finalmente, el 9 de agosto de 1919 el General José Joaquín Tinoco fue asesinado y al día siguiente Federico Tinoco, familia y amigos cercanos abandonaron Costa Rica (Oconitrillo, 1982).

7. Discusión

Con la información disponible y la reconstrucción histórica efectuada, se pueden definir las siguientes etapas de la fase eruptiva del Irazú entre 1917 y 1921 (Figura 10):

- **Etapa 1. Intranquilidad y despertar (antes del 16 de diciembre de 1917):** Se observaron cambios en áreas que

casi una década antes no presentaban actividad, principalmente fumarolas en los cráteres viejos D, E, F, G, H (más profusamente en G). Esto se vio, fortuitamente, a finales de setiembre de 1917. No se sabe cuándo inició el despertar real.

- **Etapa 2. Freática a freatomagmática posiblemente vulcanianas menores (17 de diciembre de 1917 a julio de 1918):** Tristán (1917) explicó que la erupción del 17 de diciembre se habría originado por un taponamiento del cráter G, primero por derrumbes que pudieron ocurrir a finales de octubre (lo que produjo su ensanchamiento), seguido de la formación de una “masa pastosa” producto de distintas reacciones químicas con el material del cráter por acción del agua caliente, vapor de agua y gases sulfurosos. Según Tristán (1917), este taponamiento obstruyó la salida de los gases y condujo a una explosión violenta en la que los materiales más pesados salieron inclinados hacia el lado norte, en tanto que otros materiales salieron en línea recta por la pared sur. Lo

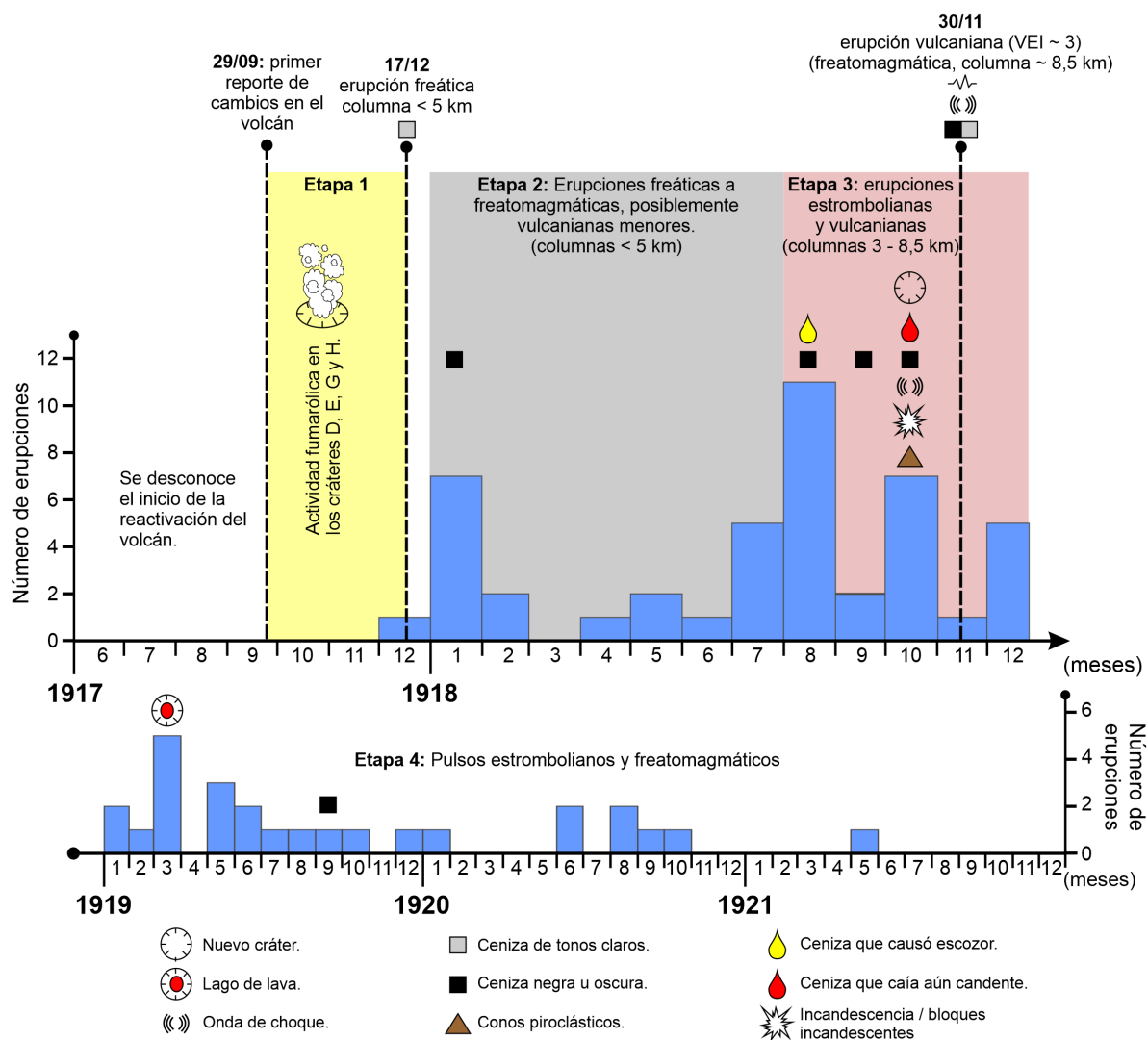


Figura 10. Esquema de la evolución de la fase eruptiva del volcán Irazú de 1917 a 1921 y principales reportes.

expuesto por Tristán describe un mecanismo freático para el origen de la primera erupción ocurrida el 17 de diciembre de 1917, congruente con cenizas emitidas gris claro que sugiere el predominio de componentes no juveniles. Esta explosión fue dirigida, por la proyección de balísticos hacia el noroeste. También pudo ocurrir una corriente piroclástica de densidad húmeda hacia el suroeste, con generación de lapilli acrecional (“pelotas de barro”). Progresivamente, las erupciones se tornaron más energéticas y la ceniza poco a poco alcanzó lugares más remotos. Ocasionalmente, se reportaron “velos de ceniza” amarillentos y, más frecuentemente, columnas negras y densas de ceniza o escorias, lo que sugiere actividad entre freática, freatomagmática y vulcaniana.

- **Etapa 3. Actividad estromboliana y vulcaniana (agosto a diciembre de 1918):** Desde agosto se incrementó la actividad y en octubre se reportaba ceniza de tamaño arena, incluso posiblemente lapilli, a distancias de hasta unos 30 km. Pero, más importante aún, se indicaba que esa ceniza caía “todavía ardiendo”. También se reportó incandescencia en el cráter, en ocasiones “como chispas”, esto aunado al carácter repetitivo de las explosiones (entre 2 o 3 minutos). Adicionalmente, se describe lo que podría ser la formación de anillos de tobas o conos piroclásticos bajos, lo cual también fue observado durante la fase de 1963-1965 (Alvarado *et al.*, 2021). Esto refleja un mecanismo eruptivo típicamente estromboliano a freatomagmático. Para ese momento el sistema volcánico ya habría estado abierto y, posiblemente la columna de magma se encontró, a pocos metros de la superficie, con agua subterránea y superficial intermitentes. Entre finales de octubre y todo el mes de noviembre la actividad disminuyó y luego de este impasse, el 30 de noviembre de 1918 ocurrió la erupción más explosiva de toda la fase eruptiva. La columna habría tenido dos fases, una de material grueso que alcanzó unos 18 km hacia el oeste y unos 11 km hacia el sureste, así como otro menos grueso que alcanzó hasta unos 60 km hacia el oeste-noroeste. Las fases más finas llegaron hasta el golfo de Nicoya, hasta unos 110 km hacia el oeste. Esto implica que la altura de la columna eruptiva tendría que oscilar entre los 5 y los 8,5 km sobre el nivel del cráter, teniendo como referencia las proyecciones y simulaciones numéricas (Soto & Sjöbohm, 2015). La explosión generó una onda de choque que se percibió claramente hasta unos 15 km de distancia pero que pudo incluso escucharse más lejos, correspondiente con una explosión vulcaniana importante. La ceniza habría tenido componentes de color oscuro pero también de tonos claros, incluso rojizos, lo que refleja que habría un componente juvenil dominante, pero también un componente no juvenil en proporción apreciable, o bien con un grado de oxidación sineruptivo, posiblemente durante dos fases de la erupción. Muy posiblemente el mecanismo

explosivo pudo haber sido vulcaniano-freatomagmático con VEI~3, que habría abierto finalmente el nuevo cráter M. Luego de esa erupción la actividad se mantuvo relativamente alta hasta enero de 1919, aunque tal parece que no con la misma intensidad que en 1918.

- **Etapa 4. Pulsos estrombolianos-freatomagmáticos (enero de 1919 hasta 1921):** Los informes se tornaron más escasos y escuetos, lo que denota que la actividad había dejado de ser preponderante para la prensa y la población, aunque hubo reportes de interés en febrero y marzo de 1919. De las descripciones realizadas durante las excursiones científicas se constata que la actividad había disminuido y se caracterizaba por emisiones de ceniza de duración variable con ocasionales explosiones, que en conjunto, podrían corresponder con un mecanismo predominantemente estromboliano menor con pulsos freatomagmáticos. Durante esta etapa se observó un laguito de lava en marzo de 1919.

Hasta la fecha solo se conocen dos niveles delgados de depósitos de tefra ubicados entre los correspondientes a las erupciones de 1723-1726 y 1963-1965, que son atribuidos a las erupciones de 1917-1921 y 1939-1940 (Alvarado, 1993; Soto & Sjöbohm, 2015) (Figura 2). Estos depósitos están conformados por corrientes piroclásticas de densidad diluidas y húmedas, así como piroclastos de caída con colores amarillentos a rojizos pálidos desde 0,5 hasta 4 cm de espesor, separados por discordancias erosivas locales (Alvarado *et al.*, 2021). Las erupciones de 1917-1921 se han interpretado como de un inicio freático, predominantemente freatomagmáticas con un índice de explosividad volcánica (VEI) igual a 1-2, aunque la mayor explosión de noviembre de 1918 habría alcanzado un VEI igual a 3. Puesto que la erupción de 1939-40 parece ser menor, y no se ha estudiado con detalle, se especula que la secuencia interpretada como 1939-40 en la figura 2, podría ser principalmente del depósito de las etapas 3 y 4 de esta erupción de 1918-19.

La morfología de la cima varió sustancialmente entre 1917 y 1921. La evolución de los cráteres mantuvo una orientación noroeste-sureste coherente con una zona de falla que tendría ese rumbo y que atravesaría el macizo volcánico (Ulloa *et al.*, 2018) (Figura 2b). Esto podría haber condicionado los mecanismos explosivos de las erupciones del 17 de diciembre de 1917 y la del 30 de noviembre de 1918. La primera al dirigir los balísticos hacia el noreste desde el cráter G (Figura 8d) y la segunda, al proyectar material más grueso hacia el sureste desde el cráter M (Figura 8h).

La fase eruptiva de 1917-1921, aunque menor que otras que ha tenido el Irazú (Soto & Sjöbohm, 2015; Alvarado *et al.*, 2021), generó un impacto en las actividades agropecuarias y, quizás, en otras actividades económicas. No obstante, parece haber pasado inadvertido en la historia de Costa Rica quizás por haberse diluido

en la muy grave crisis económica que atravesaba por la Primera Guerra Mundial y el momento político convulso de la época, o por falta de información y estudio de dicha fase eruptiva, o una combinación de esos factores. La etapa más intensa de la actividad eruptiva acompañó a “los Tinoco” durante casi todo el bienio en que estuvieron en el poder y el análisis de las noticias deja ver un ápice de preocupación gubernamental por la situación generada por el volcán. La quema del edificio donde se publicaba *La Información* dejó un gran vacío informativo, y *El Renacimiento* dejó de informar sobre el Irazú casi al mismo tiempo, lo cual llama la atención, siendo un periódico regional cartaginés y del cual se esperaría mayor preocupación por las consecuencias de las erupciones. De hecho ambos rotativos aportan, casi equitativamente, el 62% de las noticias de la fase eruptiva. En lo posible se abarcó la mayor cantidad de periódicos y, aunque prevalecen algunos vacíos hemerográficos, el conjunto de noticias obtenido permitió hacer una reconstrucción coherente de la fase eruptiva de 1917-1921 del Irazú que incorpora elementos novedosos tales como: los mapas de dispersión de ceniza, descripciones con cierto grado de detalle de algunas erupciones, sobre todo de la actividad estromboliana y la erupción del 30 de noviembre de 1918, así como el impacto de la actividad en general. El presupuesto de este análisis es limitado para dirimir las razones que opacaron la actividad del Irazú entre 1919 y 1921 y se requeriría de un análisis historiográfico más profundo para ello.

Finalmente, José Fidel Tristán y Ricardo Fernández Peralta dejaron, sin duda, un legado invaluable para la vulcanología de Costa Rica. Ellos documentaron una de las fases eruptivas del Irazú que ha sido poco estudiada por la vulcanología moderna, aunque no por ello es menos importante, ya que fue el primer episodio eruptivo conocido posterior a la gran erupción del Irazú de 1723 -que no se llegó a presenciar en San José ya que no existía en ese momento-, y que solo llegó a experimentar de manera no tan intensa con las erupciones del Turrialba de 1864-66 (Soto, 2012). Su aporte es aún más notorio, en tanto no había ninguna institución de investigación que los acuerpara, financiara o proveyera de presupuesto de investigación.

8. Conclusión

La fase eruptiva de 1917 a 1921 fue considerablemente menor a otras que ha tenido el Irazú, y es normal que muchos de los depósitos hayan sido rápidamente erosionados, o bien, aún puede quedar mucho trabajo tefroestratigráfico por hacer que permita detallarlos en el área cuspidal del volcán. La información que se tiene con base en los discursos hemerográficos y científicos son coherentes con la tefroestratigrafía conocida, aunque agregan algunos elementos nuevos, tales como: la actividad estromboliana, las reconstrucciones de caídas de tefra para algunas erupciones

relevantes, el detalle de la erupción más energética ocurrida el 30 de noviembre de 1918 y la evolución de la dinámica eruptiva desde la etapa de intranquilidad y despertar hasta la etapa de conducto abierto. En todo caso, esta fase eruptiva fue la más grande, y de hecho la primera que viera el Valle Central después de la de 1723, así como la más duradera, con una fase claramente magmática -estromboliana a vulcaniana a fines de 1918 y un poco a principios de 1919.

Se analizó la convergencia de este acontecimiento natural con la dictadura de “los Tinoco” entre 1917 y 1919 y cómo ambos irrumpieron abruptamente en la vida de la sociedad costarricense, sobre todo en la capital, San José. El impacto y la molestia generada en los alrededores inmediatos al volcán como en el Valle Central, de El Guarco y el resto del territorio nacional fueron menores en comparación con la ulterior erupción de 1963-65, pero no despreciables, y el clima político adverso del momento habría contribuido a opacarla, lo que dificulta la valoración y cuantificación adecuada de su impacto. Por lo tanto, se requiere de una investigación orientada a cuantificar, de ser posible, las pérdidas generadas por la actividad eruptiva. Una actividad del Irazú, similar a la de 1917-1921 podría generar un impacto significativo bajo las condiciones de desarrollo y vulnerabilidad de Costa Rica en el siglo XXI, en particular por la extensión actual de la mancha urbana en el Valle Central Occidental hacia las faldas del Irazú.

9. Agradecimientos

Este trabajo es producto de los proyectos de investigación: Caracterización de los edificios volcánicos por medio de estudios de geomorfología para la gestión del riesgo volcánico en Costa Rica (113-C3-011), Auscultación de los volcanes de Costa Rica basada en la Sismología Volcánica (113-C3-722), Sismicidad histórica de Costa Rica durante el siglo XIX (830-C3-158) y del Programa de Investigación, Red Sismológica Nacional (B9911), todos de la Universidad de Costa Rica. Se agradecen los aportes y sugerencias de la revisora, Dra. Ana Lillian Martin Del Pozzo y otro revisor anónimo, que contribuyeron a la mejora del manuscrito.

9. Referencias

- Alvarado, G. E. (1989). *Los volcanes de Costa Rica*, Costa Rica. Editorial de la Universidad Estatal a Distancia (UNED). 179 p.
- Alvarado, G. E. (1993). *Volcanology and Petrology of Irazú Volcano*, Costa Rica [Tesis de doctorado]. Universidad Christian Albrechts. Kiel, Alemania. 289 p.
- Alvarado, G. (2000). *Volcanes de Costa Rica: Geología, historia y riqueza natural*. Editorial de la Universidad Estatal a Distancia (UNED). 386 p.

- Alvarado, G. E. (2021). *Costa Rica y sus volcanes*. Editorial de la Universidad de Costa Rica, Editorial de la Universidad Nacional y Editorial Tecnológica de Costa Rica. 933 pp.
- Alvarado, G. E., Schmincke, H.U. (2013). The 1723 A.D. violent strombolian and phreatomagmatic eruption at Irazú volcano, Costa Rica. *Revista Geológica de América Central*, 48, 41-61. doi: <https://doi.org/10.15517/rgac.v0i48.12212>
- Alvarado, G. E., Campos-Durán, D., Brenes-André, J., Alpízar, Y., Núñez, S., Esquivel, L., Sibaja, J. P., & Fallas, B. (2021). Peligros volcánicos del Irazú, Costa Rica. Unidad de Investigación y Análisis del Riesgo, *Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE)*. 407 pp.
- Barquero, J. (1976). El volcán Irazú y su actividad [Tesis de licenciatura]. Escuela de Ciencias Geográficas, Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.
- Barrantes, E. A., Bonilla, H. M., & Ramírez, O. M. (2011). *Las subsistencias en una coyuntura de crisis: producción, consumo y nivel de vida*. Costa Rica 1905-1925. Editorial de la Universidad de Costa Rica. 520 p.
- Bonilla Castro, A. (2008). Movimientos sociales y represión del Estado en la dictadura de Tinoco. 1918-1919. *Diálogos: Revista de Historia*, 9, 1512-1538. doi: <https://doi.org/10.15517/dre.v9i0.31250>
- Clark, S. K., Reagan, M. K., & Trimble, D. A. (2006). Tephra deposits for the past 2600 years from Irazú volcano, Costa Rica. *The Geological Society of America. Special Paper* 412 (pp. 225-234): The Geological Society of America.
- Crispín. (1918). Crónicas Alegres. *Lecturas*, Año 1(12), 182.
- Denyer, P., Aguilar, T., & Montero, W. (2013). *Cartografía Geológica de la Península de Nicoya, Estratigrafía y Tectónica*. Editorial de la Universidad de Costa Rica. 216 p.
- Diario de Costa Rica*. (1919, 17 de octubre). Otras noticias alarmantes de Cartago. *Diario de Costa Rica*. p. 1.
- El Duende Rojo. (1918). Los viajes al Irazú. *Lecturas*, 1(2), 112.
- El Herald. (1918, 3 de diciembre). Lluvia de ceniza. *El Herald*. p. 1.
- El Lábaro. (1917, 14 de octubre de 1917). Sección Polémica. *El Lábaro*. p. 2.
- El Renacimiento. (1918a, 31 de julio). Las erupciones del Irazú. *El Renacimiento*. p. 2.
- El Renacimiento. (1918b, 7 de agosto). De todo un poco. *El Renacimiento*. p. 4.
- El Renacimiento. (1918c, 17 de agosto). De todo un poco. *El Renacimiento*. p. 4.
- El Renacimiento. (1918d, 10 de octubre). De última hora. *El Renacimiento*. p. 3.
- El Renacimiento. (1918e, 11 de octubre). De todo un poco. *El Renacimiento*. p. 1.
- El Renacimiento. (1918f, 16 de octubre). Y...continúa el Irazú. *El Renacimiento*. p. 2.
- El Renacimiento. (1918g, 20 de noviembre). Lo que pasa. *El Renacimiento*. p. 1.
- El Renacimiento. (1918h, 30 de noviembre). El volcán Irazú y la guerra europea. *El Renacimiento*. p. 3.
- El Renacimiento. (1918i, 1 de diciembre). El Irazú y la nunca imponderable erupción de ayer que fue inmensísima. *El Renacimiento*. p. 1.
- El Renacimiento. (1918j, 1 de diciembre). La impresión de un suscriptor: una erupción fenomenal. *El Renacimiento*. p. 3.
- El Renacimiento. (1918k, 5 de diciembre). Lo que traen las erupciones del Irazú. *El Renacimiento*. p. 3.
- El Renacimiento. (1919a, 14 de febrero). La erupción de ayer en la mañana. *El Renacimiento*. p. 3.
- El Renacimiento (1919b, 9 de mayo). Consecuencias de las cenizas del volcán. *El Renacimiento*. p. 2.
- El Renacimiento (1919c, 16 de mayo). Parece que el Río Reventado amenaza con una gran creciente. *El Renacimiento*. p. 2.
- El Renacimiento. (1919d, 17 de mayo). De todo un poco. *El Renacimiento*. p. 1.
- El Renacimiento. (1919e, 17 de mayo). Continúan las crecientes del Río Reventado. *El Renacimiento*. p. 3.
- El Renacimiento. (1919f, 22 de mayo). Los terrenos situados en las faltas del Irazú. *El Renacimiento*. p. 3.
- El Renacimiento. (1919g, 26 de junio). Con respecto al volcán Irazú. *El Renacimiento*. p. 2b.
- El Renacimiento. (1919h, 14 de noviembre). Fenómeno que desconsuela. *El Renacimiento*. p. 1.
- El Renacimiento. (1919i, 16 de noviembre). Noticias. *El Renacimiento*. p. 2.
- Expediente sobre actividad del volcán Irazú. (1918). [Telegramas al Presidente de la República]. Archivo Nacional de Costa Rica, Archivo Histórico, Fondo José Fidel Tristán Fernández, (CR-AN-AH-FITRIS-000020), San José Costa Rica.
- Fallas, M., Prado, A., Mora, M. M., Ruiz, P., Alfaro, E. J., & Soto, G. J. (2018). El deslizamiento del 8 de diciembre de 1994 en el volcán Irazú (Costa Rica): aspectos históricos y geomorfología con base en fotografías aéreas históricas y recientes. *Revista Geológica de América Central*, 58, 55-83. doi: <https://doi.org/10.15517/rgac.v58i0.32844>
- Fernández Morales, J. M. (2010). *Las presidencias del Castillo Azul*. Litografía e Imprenta Lill. 512 pp.
- Fernández Peralta, R. (1920). Una visita al volcán Irazú. *Revista de Costa Rica*, 2(2), 42-47.
- Fumero, P. (1996). Las diversiones públicas en Costa Rica: 1850-1950. *Temas de Nuestra América Revista de Estudios Latinoamericanos*, 12(25), 17-30. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/tdna/article/view/9447>
- Fumero Vargas, P. (2000). Vida cotidiana en el Valle Central: 1850-1914. Los cambios asociados con la expansión del café. En A.M., Botey Sobrado (Coord.), *Costa Rica desde las sociedades autóctonas hasta 1914* (pp. 303-338). Editorial de la Universidad de Costa Rica, Cátedra de Historia de las Instituciones.
- Fumero Vargas, P. (2005). *El advenimiento de la modernidad en Costa Rica; 1850-1914*. Editorial de la Universidad de Costa Rica, Serie cuadernos de Historia de las Instituciones de Costa Rica. 64 pp.

- Gazel, E., Flores, K. E., Carr, M. J. (2021). Architectural and Tectonic Control on the Segmentation of the Central American Volcanic Arc. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 49,495-521. doi: <https://doi.org/10.1146/annurev-earth-082420-055108>.
- González Viquez, C., Núñez, F. M., Tinoco, L. D. (1987). *San José y sus comienzos: documentos fundamentales*. Comisión Nacional de Conmemoraciones Históricas. 60 pp.
- Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). (1965). *Informe sobre el problema del río Reventado* [Informe interno]. Instituto Costarricense de Electricidad. 126 pp.
- La Acción Social. (1918a, 29 de enero). La leche y las cenizas volcánicas. *La Acción Social*. p. 3.
- La Acción Social. (1918b, 6 de febrero). Perjuicio del a ceniza del Irazú. *La Acción Social*. p. 3.
- La Información. (1917a, 4 de octubre). De última hora. *La Información*. p. 1.
- La Información. (1917b, 5 de octubre). Las Manifestaciones de Actividad del Irazú. *La Información*. p. 5.
- La Información. (1917c, 6 de octubre). Ultima hora. *La Información*. p. 1.
- La Información. (1917d, 23 de octubre). La espantosa catástrofe de esta madrugada en el Cuartel Principal. p. 1.
- La Información. (1917e, 4 de noviembre). El Irazú de nuevo en tranquilidad. *La Información*. p. 1.
- La Información. (1917f, 18 de diciembre). El volcán Irazú en actividad. *La Información*. p. 4.
- La Información. (1917g, 19 de diciembre). La actividad volcánica. *La Información*. p. 4.
- La Información. (1917h, 19 de diciembre). De la noche. *La Información*. p. 4.
- La Información. (1917i, 20 de diciembre). Las erupciones del Irazú pudieron verse ayer desde esta capital. *La Información*. 20 de diciembre de 1917. p. 4.
- La Información. (1917j, 21 de diciembre). Los volcanes Irazú y Poás hicieron en la mañana erupciones conjuntamente. *La Información*. p. 4.
- La Información. (1917k, 22 de diciembre). Llegan a la cima del Irazú los primeros excursionistas. *La Información*. p. 4.
- La Información. (1918a, 2 de octubre). En la cima del Irazú. *La Información*. p. 2.
- La Información. (1918b, 10 de octubre). De la noche. *La Información*. p. 5.
- La Información. (1918c, 11 de octubre). Las erupciones del Irazú en estos días. *La Información*. p. 2.
- La Información. (1918d, 11 de octubre). "Nota de última hora", *La Información*, 11 de octubre de 1918. p. 3.
- La Información. (1918e, 12 de octubre). Las furias del Irazú y sus consecuencias sobre la agricultura. *La Información*. p. 2.
- La Información. (1918f, 12 de octubre). Otros informes sobre los daños que están causando las erupciones volcánicas. *La Información*. p. 3.
- La Información. (1918g, 15 de octubre). El coloso de Cartago. *La Información*. p. 4.
- La Información. (1918h, 22 de octubre). Se observan durante las noches fenómenos luminosos en los cráteres del Irazú? *La Información*. p. 4.
- La Información. (1918i, 22 de octubre). Visita al Irazú. *La Información*. p. 5.
- La Información. (1918j, 27 de octubre). En la mañana de ayer hubo grandes erupciones en el Irazú y en el Poás. *La Información*. p. 5.
- La Información. (1918k, 27 de octubre). Lo que cuentan los excursionistas que fueron al volcán Irazú. *La Información*. p. 8.
- La Información. (1918l, 8 de noviembre). El Irazú. *La Información*. p. 3.
- La Información. (1918m, 19 de noviembre). Los temblores de anoche. *La Información*. p. 5.
- La Información. (1918n, 1 de diciembre). El "Poás" y el "Irazú" hicieron ayer formidables erupciones de cenizas y arenas. *La Información*. p. 4.
- La Información. (1918o, 3 de diciembre). Los dos colosos de nuevo en reposo en los cráteres del Poás y del Irazú. *La Información*. p. 5.
- La Información. (1918p, 18 de diciembre). Las erupciones del Irazú. *La Información*. p. 2.
- La Información. (1919a, 6 de febrero). Lo que nos dice un agricultor de Cartago. *La Información*, 6 de febrero de 1919. p. 2.
- La Información. (1919b, 25 de abril). Las lluvias y sus beneficios. *La Información*. p. 2.
- La Información. (1919c, 9 de mayo). La ceniza volcánica ha causado considerables pérdidas. *La Información*. p. 2.
- La Información. (1919d, 14 de mayo). El río Reventazón alarmó al vecindario de Cartago. *La Información*. p. 3.
- La Información. (1919e, 17 de mayo). El río Reventazón se sale de su cauce e inunda varias casas del barrio de San Nicolás de Cartago. *La Información*. p. 2.
- La Información. (1919f, 18 de mayo). Más detalles de la inundación. *La Información*. p. 4.
- La Información. (1919g, 22 de mayo). El precio de la leche ha bajado. *La Información*. p. 2.
- La Información. (1919h, 25 de mayo). Sigue la alarma en Cartago por las crecientes del Reventado. *La Información*. p. 5.
- La Prensa. (1919, 17 de octubre). Se desbordó el Reventado. *La Prensa*. p. 4.
- La Verdad. (1918a, 10 de julio). La Leche. *La Verdad*. p. 1.
- La Verdad. (1918b, 8 de agosto). Noticias y comentarios. *La Verdad*. p. 1.
- La Verdad. (1918c, 10 de agosto). Noticias y comentarios. *La Verdad*. p. 3.
- La Verdad. (1918d, 23 de agosto). Noticias y comentarios. *La Verdad*. p. 3.
- La Verdad. (1918e, 3 de octubre). Noticias y comentarios. *La Verdad*. p. 3.
- La Verdad. (1918f, 11 de octubre). Noticias y comentarios. *La Verdad*. p. 1.
- La Verdad. (1918g, 17 de octubre). Noticias y comentarios. *La Verdad*. p. 1.
- La Verdad. (1919a, 16 de mayo). Noticias y comentarios. *La Verdad*. p. 1.
- La Verdad. (1919b, 17 de mayo). Noticias y comentarios. *La Verdad*. p. 1.
- La Verdad. (1919c, 6 de septiembre). El Irazú de nuevo en acción. *La Verdad*. p. 3.
- La Verdad. (1919d, 11 de octubre). Lluvias de ceniza del Irazú. *La Verdad*. p. 3.
- Manso, P., Stolz, W., Fallas, J.C. (2005). El régimen de precipitación en Costa Rica. *Ambientico*, 144, 7-8.
- Murillo, H. (1918). *Tinoco y los Estados Unidos*. Editorial de la Universidad Estatal a Distancia. 191 pp.
- Newhall, C. G., & Self, S. S. (1982). The volcanic explosivity index (VEI) an estimate of explosive magnitude for historical volcanism.

- Journal of Geophysical Research: Oceans*, 87(C2), 1231-1238. doi: <https://doi.org/10.1029/JC087iC02p01231>
- Oconitrillo, E. (1982). *Los Tinoco* (1917-1919). Editorial Costa Rica. 254 pp.
- Oconitrillo, E. (1985). *Memorias de un telegrafista*. Editorial Costa Rica. 211 pp.
- Ortega, F. (1917a, 10 de octubre). [Carta a José Fidel Tristán]. Archivo Nacional de Costa Rica, Archivo Histórico, Fondo José Fidel Tristán Fernández, (CR-AN-AH-FITRIS-000019), San José, Costa Rica.
- Ortega, F. (1917b, 15 de octubre). Mis impresiones recogidas en los cráteres del volcán Irazú. *La Información*. p.3.
- Ortega, F. (1917c, 18 de diciembre). [Telegrama a José Fidel Tristán]. Archivo Nacional de Costa Rica, Archivo Histórico, Fondo José Fidel Tristán Fernández, (CR-AN-AH-FITRIS-000020), San José, Costa Rica.
- Peraldo, G. (1996). Desastre natural y planificación urbana. *Reflexiones*, (43), 13-23.
- Peraldo, G., & Mora, M. (2008). Enseñanzas de la actividad histórica de los volcanes Irazú y Turrialba, Costa Rica, América Central. En V. García (Coord.), *Historia y desastres en América Latina III* (pp. 115-162). Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social/Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (La Red).
- Ryan, W. B. F., Carbotte, S. M., Coplan, J. O., O'Hara, S., Melkonian, A., Arko, R., Weissel, R. A., Ferrini, V., Goodwillie, A., Nitsche, F., Bonczkowski, J., & Zemsky, R. (2009). Global Multi-Resolution Topography (GMRT) synthesis data set. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 10(3), 1-9. doi: <https://doi.org/10.1029/2008GC002332>
- Sapper, K. (1901). Die südlichsten Vulkane Mittel-Amerikas. *Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft*, (53), 24-51.
- Solano, F. & Díaz, R. (2009). Las revistas científicas de Costa Rica (1883-1910). En C. Lértora (ed.), *Geografía e Historia Natural: Estudio a través de Argentina, México, Costa Rica y Paraguay* (pp. 173-213). Editorial FEPAL.
- Soto, G. J. (2012). *Preparación de mapas de peligros volcánicos y restricción de uso de la tierra en el volcán Turrialba* [Informe para la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias]. FUNDEVI, Universidad de Costa Rica. https://www.researchgate.net/publication/316146333_Preparacion_de_mapas_de_peligros_volcanicos_y_restriccion_de_uso_de_la_tierra_en_el_volcan_Turrialba
- Soto, G. J. & Sjöbohm, L. (2015). *Escenarios de amenaza del volcán Irazú (Costa Rica): Una aproximación preliminar* [Informe de consultoría para el Banco Interamericano de Desarrollo (BID)]. FUNDEVI, Universidad de Costa Rica. https://www.researchgate.net/publication/329170347_Escenarios_de_amenaza_del_volcan_Irazu_Costa_Rica_Una_aproximacion_preliminar
- Tilling, R. I. (2009). El Chichón's "surprise" eruption in 1982: Lessons for reducing volcano risk. *Geofísica Internacional*, 48(1), 3-19. doi: <https://doi.org/10.22201/igeof.00167169p.2009.48.1.96>
- Tristán, E. (1929). En la azotea del Colegio de Señoritas: descripción del panorama. *Revista del Colegio Superior de Señoritas*, 1(6), 1-23.
- Tristán, J. F. (1917). *Datos sobre el volcán Irazú hasta el 31 de diciembre de 1917*. Archivo Nacional de Costa Rica, Archivo Histórico, Fondo José Fidel Tristán Fernández, (CR-AN-AH-FITRIS-000030), San José, Costa Rica.
- Tristán, J. F. (1918). *Excursión al Irazú. Agosto 2, 3 y 4*. Archivo Nacional de Costa Rica. Archivo Histórico, Fondo José Fidel Tristán Fernández (CR-AN-AH-FITRIS-000031), San José, Costa Rica.
- Tristán, J. F. (1919). *Excursiones al Irazú, Año de 1919*. Archivo Nacional de Costa Rica, Archivo Histórico, Fondo José Fidel Tristán Fernández (CR-AN-AH-FITRIS-000037), San José, Costa Rica.
- Tristán, J. F. (1920). *Excursión al volcán al Irazú*, agosto 26 y 27 de 1920. Archivo Nacional de Costa Rica, Archivo Histórico, Fondo José Fidel Tristán Fernández (CR-AN-AH-FITRIS-000032), San José, Costa Rica.
- Tristán, J. F. (1923). The activity of volcano Irazú in Costa Rica. *Zeitschrift für Vulkanologie*, 7(2), 93-113.
- Tristán, J. F. & Fernández, R. (1917, 4 de diciembre). Informe presentado al Sr. Ministro de Instrucción Pública sobre la actividad del volcán Irazú. *La Gaceta Diario Oficial*. p. 662-664.
- Tristán, J. F., & Fernández, R. (1918, 3 de noviembre). Actualidad científica. *La Información*. p. 4
- Tristán, J. F., & Fernández, R. (1921). La actividad del Volcán Irazú. *Revista del Colegio Superior de Señoritas*, A(7), 1-18.
- Ulloa, A., Gázquez, F., Sanz-Arranz, A., Medina, J., Rull, F., Calaforra, J. M., Alvarado, G. E., Martínez, M., Avaró, G., de Moor, M., & De Waele, J. (2018). Extremely high diversity of sulfate minerals in caves of the Irazú Volcano (Costa Rica) related to crater lake and fumarolic activity. *International Journal of Speleology*, 47(2), 229-246. <https://doi.org/10.5038/1827-806X.47.2.2198>
- Vargas Chaves, J. M. (1967). Belleza y Amenaza del Volcán Irazú. *Efemérides Costarricenses*, 1(3), 1-17.
- Vicente, E. (1918, 16 de enero). [Carta a José Fidel Tristán]. Archivo Nacional de Costa Rica, Archivo Histórico, Fondo José Fidel Tristán Fernández, (CR-AN-AH-FITRIS-000020), San José Costa Rica.