

LA ERUPCION DEL VOLCAN LONQUIMAY Y SUS EFECTOS EN LA AGRICULTURA¹

The eruption of Lonquimay volcano and its effects in agriculture

Eduardo Besoain M.², Gloria Sepúlveda W.² y Angélica Sadzawka R.²

S U M M A R Y

The Lonquimay volcano, of late Pleistocene to Holocene age, and dominantly of andesitic composition, is placed in the southern Andean Range of Chile (38° 22' 30" S and 71° 35' 30" W). During its late eruption (25.12.88 - 23.01.90), many agricultural and forestry areas were affected by pyroclastics deposition. Analysis of ashes and lapillis were performed in order to know if this materials could represent a potential danger to the agriculture of the zone. Results indicate, according the weathering rate of pyroclastics, that some nutrients, i.e., N, P, Ca, K, Mg will be incorporated to the soils and will have a beneficial effect to the agriculture. However, due to the relatively scarce deposition of ashes and the high rainfall (1,900 - 2,000 mm per annum), the effect of pyroclastics showers on the soils will be ephemeral. The content of fluoride of soils and pastures was not abnormal.

Key words: pyroclastics, volcanic soils, volcanic eruption.

INTRODUCCION

La erupción del volcán Lonquimay, iniciada a fines de 1988 provocó alarma por sus posibles consecuencias negativas sobre la salud de los habitantes de la zona, los recursos naturales y los ecosistemas de la región. Se consideró interesante estudiar muestras de cenizas y lápillis, por ser estos piroclásticos los que más influencia tienen sobre las propiedades de los suelos y, además, para predecir las consecuencias que su depositación podría tener sobre la agricultura de la región.

El volcán Lonquimay es un estrato-volcán, situado a 118 km al NE de Temuco y a 35 km al NE de Curacautín (32° 22' 30" lat. S y 71° 35' 30" long. W; Figura 1), y se alza a 2.865 m.s.n.m., sobre una base de rocas estratificadas y granitos mosozoicos (Moreno, 1974). Incluye varios conos de piroclásticos post-glaciales y cráteres parasíticos. La erupción, se inició el 25.12.88; fue de tipo estromboliana, con emisión de gases, piroclásticos y lava, y mantuvo sus etapas eruptivas y efusivas hasta los días 5 y 25 de enero de 1990, respectivamente. La erupción, precedida por numerosos sismos, se efectuó, principalmente, por un cráter adventicio, llamado cráter Navidad, situado a 1.860 m.s.n.m. Esta erupción, que en su punto culminante produjo una columna de emisión

de más de 9.000 m de altura, fue de magnitud reducida y, exceptuando zonas aledañas, no significó una perturbación extraordinaria en la región. La emisión de piroclásticos y lava hasta el 05.04.89, alcanzaba a $177 \times 10^6 \text{ m}^3$ (Moreno y Gardeweg, 1989). Al comparar estos antecedentes con la erupción de los volcanes Quizapú (Chile, 1932), Krakatoa (Java, 1883) y Tambora (Indonesia, 1815), en que los volúmenes emitidos fueron de 2 a 4, 18 y 150 km^3 , respectivamente (Brüggen, 1950; Rittmann, 1963), se observa que éstas fueron cientos a miles de veces más poderosas que las del volcán Lonquimay. La distribución de los piroclásticos fue controlada por trayectoria balística y arrastre y depositación eólica. Lápillis finos y medios siguieron una distribución elíptica hacia el S-E, según la dirección de los vientos dominantes del N-W; las cenizas fueron transportadas en dirección E-SE. Una vista del volcán en erupción se presenta en la Figura 2.

Desde el punto de vista agrícola, el efecto de una erupción, se basa en la composición y volumen de los piroclásticos depositados y la naturaleza de los gases asociados. Pero, la adición periódica de cenizas a los suelos, constituye un mecanismo renovador por excelencia y de notable importancia en los ambientes agro-volcánicos. Hay efectos colaterales que pueden ser peligrosos para el ganado, como la ingestión de cenizas en el pasto, o la acción destructora directa de los piroclásticos sobre la flora nativa, aunque usualmente los árboles tienen mayor tolerancia a estos fenómenos, incluyendo las "lluvias ácidas" asociadas.

¹Recepción de originales: 24 de abril de 1991.

Trabajo presentado en el VI Congreso Nacional de las Ciencias del Suelo, Temuco, Chile, 14 al 16 de noviembre de 1990.

²Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile.

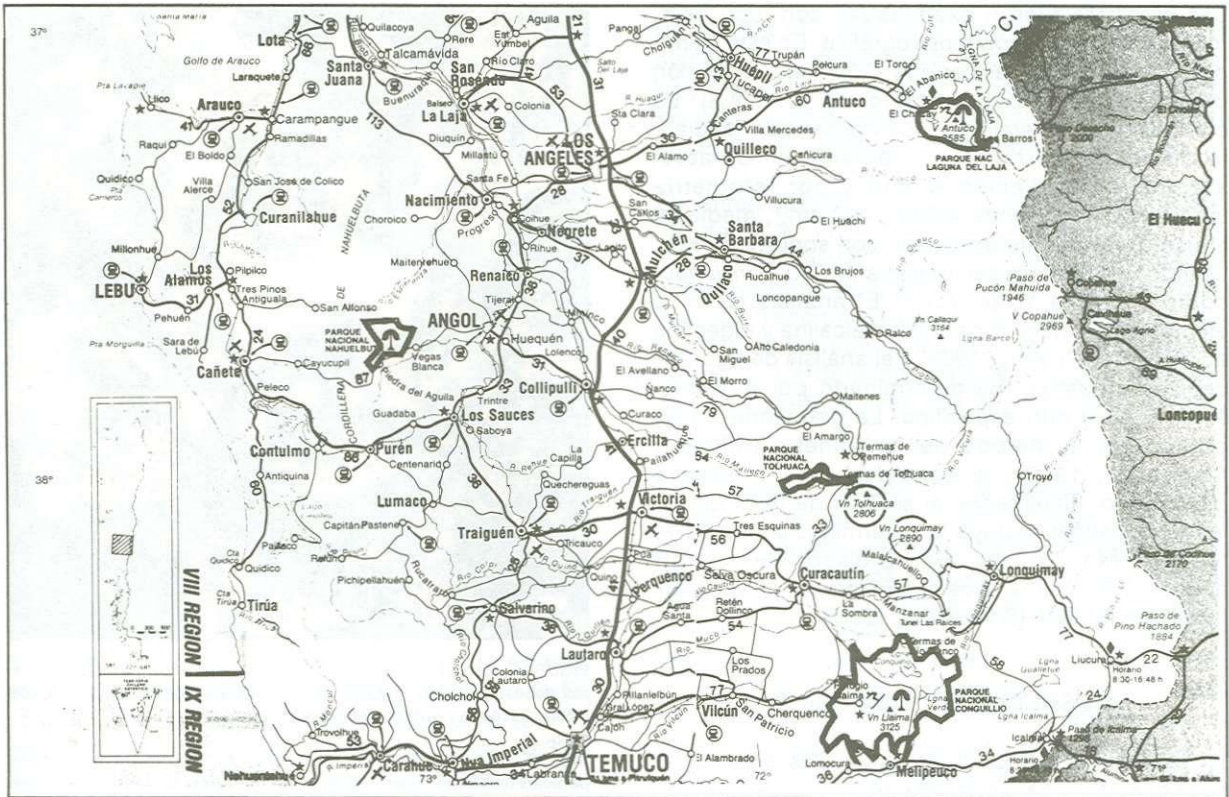


FIGURA 1. Mapa de ubicación del sistema volcánico Lonquimay y sus accesos.

FIGURE 1. Location map of the Lonquimay volcanic system and its access routes.



FIGURA 2. Vista lateral del cráter Navidad en plena erupción, tomada a 4 km de distancia, aproximadamente, desde los grandes depósitos piroclásticos. Reserva Forestal de Malalcahuello (12.01.89).

FIGURE 2. Side view of crater Navidad, during its eruption. It was taken at about 4 km distance from the crater and its big pyroclastics deposits at forest reserve Malalcahuello (12.01.89).

El propósito de este estudio, fue conocer la composición de las cenizas y lápills emitidos por el volcán Lonquimay durante los primeros días de la erupción e inferir, en un sentido muy general, si ello representaba algún daño o beneficio potencial a la agricultura de la zona.

MATERIALES Y METODOS

A fin de disponer de un diagnóstico temprano, se colectaron en los primeros días (1 al 5 de enero de 1989), muestras representativas de piroclásticos y se dispuso del análisis el 10.01.89, es decir, sólo 15 días después de iniciada la erupción. Se contó con un total de tres muestras de ceniza colectadas en el valle de Lonquimay; dos muestras de lapillas y una de ceniza colectada en la reserva forestal de Malalcahuello. Además, se contó con cinco muestras de pasto, dos colectadas en el sector de Sierra Nevada y tres en Caracoles, y seis muestras de suelo mezclado con ceniza, colectadas concéntricamente al volcán: Rucamanqui, Lolenco, Sierra Nevada, Caracoles, Los Mellizos y Sonia Atravesada, destinadas, todas ellas, a determinar los contenidos de fluor.

Las muestras fueron examinadas con lupa estereoscópica y microscopio petrográfico. En este último caso, se separó de las cenizas < 0,5 mm, la fracción pesada y liviana con bromoformo ($d = 2,8$). La composición mineralógica fue confirmada mediante difracción de rayos X, mediante un difractor automático (radiación K_{α} -Cu) y por fotometría infrarroja (FT-IR), entre 4.000 y 400 cm^{-1} , mediante el uso de celdas de absorción con soporte de KBr, usando una relación sal: muestra de 300:1, *in vacuo*, comprimidas a 10 ton/cm^2 . El análisis químico elemental, se efectuó por fusión alcalina y digestión ácida (Pruden y King, 1969) y el análisis de fluor, en cenizas y pastos, fue determinado por digestión ácida y electrodo específico. La granulometría se obtuvo por el método del hidrómetro (Kilmer y Alexander, 1949); la densidad real, mediante picnómetro. Finalmente, el análisis de fertilidad de los piroclásticos incluyó la determinación de K, P, Na, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe y B disponibles y el pH agua (1:2,5), todos ellos mediante la metodología usada por el INIA (Sadzawka, 1990).

RESULTADOS Y DISCUSION

La petrografía de los piroclásticos es andesítica-basáltica afanítica, concordante con la descripción que, para estos materiales, hizo Moreno y Gardeweg (1989). La ceniza tiene color negro (5YR 2/1) a gris oscuro (5YR 3/1), con una textura que varía desde polvo impalpable a 2 mm, aproximadamente. Bajo la lupa, aparecen constituidas esencialmente por vidrio negro a pardo-oscuro, muy vesiculares, con aristas y puntas agudas, con micro inclusiones de plagioclasa, escasos piroxenos verde-pálidos, inclusiones de olivino y abundante magnetita (Figura 3). Los lápillis se presentan angulosos o sub-redondeados, de color gris muy oscuro (7,5YR 3/1), negro (7,5YR 2/1) o negro-rojizo (7,5YR 2/1), muy escoriáceos y pumicíticos; contienen escasos fragmentos líticos y no flotan en el agua. En la fracción pesada ($d > 2,8$: 76%) predominan los vidrios oscuros, con inclusiones de olivino y piroxenos, coexistiendo con magnetita y microlitos. La fracción liviana estaba constituida por vidrios claros, cristales fragmentarios de plagioclasa y otros componentes indiscernibles.

Los difractogramas (DRX) de cenizas y lápillis son muy pobres, muy parecidos e indican que hay predominio de vidrios en el conjunto. Se detectó α -cristobalita (4,04 Å), albita (3,77 Å; 3,20 Å; 3,18 Å..) y magnetita (2,52 Å), además de algunas reflexiones de piroxeno (3,15 Å; 3,05 Å) (Figura 4).

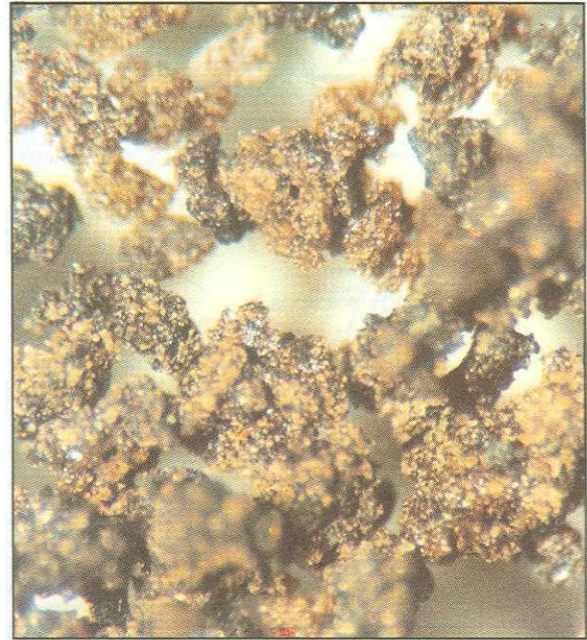


FIGURA 3. Ceniza volcánica: se observa abundancia de vidrios oscuros, grises, marrones y negros, algunos fragmentos líticos, cristales de olivino escasos y magnetitas (lupa estereoscópica x 40).

FIGURE 3. Volcanic ash: abundant dark, gray, brown and black glass particles can be seen as well as some lithic fragments, scarce olivine crystals and magnetites.

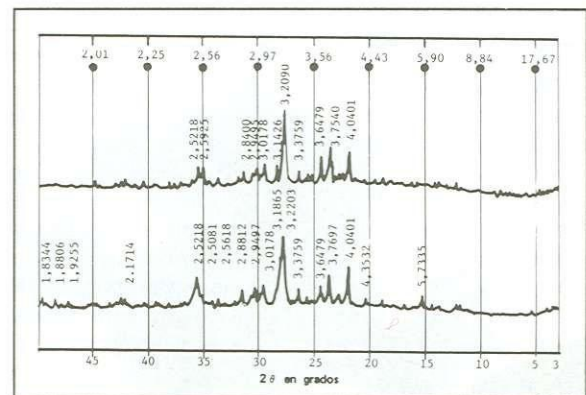


FIGURA 4. Difracción de rayos X de piroclásticos-cenizas y lápillis de la erupción del volcán Lonquimay. Hay presencia de feldespato y magnetita en una masa dominante de material no-cristalino.

FIGURE 4. X-ray diffraction diagrams of pyroclastics, ash and lapilli, from volcano Lonquimay eruption. Feldspars and magnetite are present in a dominant mass of non-crystalline material.

Los espectros infrarrojos (FT-IR) de cenizas y lápillis (Figura 5) son prácticamente idénticos, y denotan predominio de silicatos no-cristalinos. En ambos espectros pudo identificarse albita (1.150, 1.103, 1.010, 775, 638 cm^{-1}) y trazas de microclina (771, 727, 538, 423 cm^{-1}).

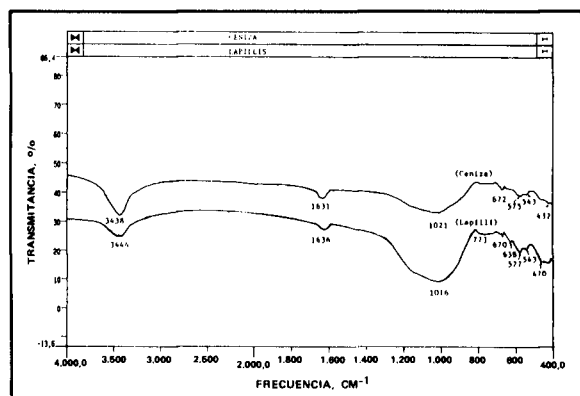


FIGURA 5. Espectros infrarrojos de piroclásticos (ceniza y lápillis) del volcán Lonquimay: hay fuerte predominio de material no-cristalino y escasas bandas propias de feldespatos. Espectro FT-IR.

FIGURE 5. Infrared absorption spectra of pyroclastics, ash and lapilli, from eruption of volcano Lonquimay: there is dominance of non-crystalline material and few bands of feldspars (FT-IR spectra).

El análisis químico de los piroclásticos, es muy similar, predominando el SiO_2 (58,2%), Al_2O_3 (15,4%), Fe_2O_3 (8,7%), MgO (2,5%), CaO (5,9%), Na_2O (4,6%), K_2O (1%), TiO_2 (1,2%), MnO_2 (0,3%), P_2O_5 (0,4%), S (0,09%) y PPC (0,7%). De acuerdo a esta composición, se calcularon los índices de Niggli, los cuales fueron si = 201, al = 31, fm = 30, ca = 22, alk = 17 y que indican que la petrografía de los piroclásticos es andesítica-basáltica.

Los análisis de fertilidad efectuados en las cenizas señalan que el pH es de 6,1 y que la disponibilidad de N, P y K es de 3, 7 y 32 mg/kg, respectivamente. El Ca y Mg disponible alcanza a 2,3 y 0,33 cmol(+)/kg, en tanto que el Zn, Mn, B, Cu y Fe logran valores de 7, 7, 0, 2 y 15 mg/kg, respectivamente. En el caso de los lápillis, el pH fue de 6,5; los valores respectivos de N, P y K fueron de 2, 2 y 5 mg/kg; el Ca y Mg disponibles llegan a 0,49 y 0,17 cmol(+)/kg, en tanto que el Zn, Mn, B, Cu y Fe alcanzan a 2, 2, 0, 3 y 11 mg/kg. El contenido de 2 y 3 mg/kg N nítrico en las cenizas y lápillis, probablemente se originó en tormentas eléctricas asociadas a las erupciones volcánicas. El P-disponible de las cenizas (P-Olsen = 7 mg/kg) fue superior incluso al contenido de P que usualmente tienen los suelos volcánicos y que no supera los 3 a 5 mg/kg. Respecto al contenido de F^- efectuado en cinco muestras de pasto, fluctuaba entre 15 y 28 mg/kg, en tanto que en las seis muestras de suelo

cubiertas con cenizas, el contenido de F^- variaba entre 0,2 a 11,2 mg/kg. Si se considera que en las plantas, el contenido de F^- fluctúa entre 1 y 20 mg/kg y en los suelos entre 20 y 1.000 mg/kg, entonces los valores determinados, excepto en una muestra de pasto, no revestían anomalía.

El contenido de arcilla, limo y arena en las cenizas fue de 11,2; 11,4 y 77%, respectivamente. Estas fracciones se han originado por fragmentación explosiva de la lava, sin que tenga relación alguna con las fracciones homólogas secundarias que existen en los suelos excepto la coincidencia de tamaños. La densidad real (2,54) y la densidad aparente (1,45) indican que la porosidad total llega a 43%.

La proyección agrícola de la erupción del volcán Lonquimay a través del cráter Navidad, indica que la incorporación de componentes solubles a los suelos en un ciclo de alteración, será benéfico. Las cenizas están aportando al suelo nutrientes disponibles: 1,15 kg de P/ha; 5,28 kg de K/ha y 0,5 kg de N/ha. Admitiendo que las cenizas hayan cubierto 1 cm de espesor/ha, el paso de tal depósito sería de 165 ton/ha. Por lo tanto, a medida que se alterasen, el aporte total de elementos liberados sería: Na_2O = 7.360 kg/ha; K_2O = 1.600 kg/ha; P_2O_5 = 640 kg/ha; CaO = 9.440 kg/ha; MgO = 4.000 kg/ha; S = 140 kg/ha y MnO_2 = 480 kg/ha. Sin embargo, las cenizas recién caídas, forman depósitos de fácil transporte por viento y lluvia hacia los cursos de agua, de modo que una gran parte termina perdiéndose. La precipitación de la zona amagada es de 1.900 a 2.000 mm/anales, suficiente para estimular una rápida movilización de las cenizas. Se supone, por ello, que su influencia en la agricultura no será profunda.

En enero de 1989 se señalaba que la erupción del volcán Lonquimay era reducida, pero su evolución en el tiempo era impredecible y sus efectos podrían ser riesgosos para la agricultura, la flora nativa y, aún, el hombre, lo que, en parte, ocurrió. En definitiva, es la forma normal como opera la naturaleza y es así como se han originado los suelos volcánicos de Chile; son estas adiciones las que inducen un rejuvenecimiento periódico y preservan las excelentes y notables cualidades que estos suelos poseen. La erupción del volcán Lonquimay constituye una etapa más del volcanismo holoceno, esencial para la agricultura nacional.

RESUMEN

El análisis de las cenizas y lápillis provenientes de la erupción del volcán Lonquimay (25.12.88 al 23.01.90) indica que en el proceso de alteración de esos materiales, se incorporarán nutrientes a los suelos agrícolas de la zona afectada, como N, P, K, Ca y Mg. Debido a la depositación relativamente escasa de las cenizas y a la fuerte

precipitación de la región (1.900 a 2.000 mm anuales), el efecto de los piroclásticos sobre el suelo será efímero. No se comprobó contenidos anormales de fluor en pastos y suelos.

Palabras claves: piroclásticos, suelos volcánicos, erupción volcánica.

LITERATURA CITADA

BRUGGEN, J. 1950. Fundamentos de geología de Chile. Instituto Geográfico Militar. Santiago, Chile. 378 p.

KILMER, V.J. and ALEXANDER, L.T. 1949. Methods for making mechanical analysis of soils. Soil Science 68: 15-24.

MORENO, H. 1974. Airplane flight over active volcanoes of central-south Chile. Guide Book. Inst. Panamericano de Geografía e Historia. Santiago, Chile. 56 p.

MORENO, H. y GARDEWEG, M.A. 1989. La erupción reciente en el complejo volcánico Lonquimay (diciembre 1988), Andes del Sur. Revista Geológica de Chile 16: 93-117.

PRUDEN, G. and KING, H.G. 1969. A scheme of semimicro analysis for the major elements of clay minerals based on modification of conventional methods of silicate analysis. Clay Minerals 8: 1-13.

RITTMANN, A. 1963. Les volcans et leur activité. Masson et Cie. 461 p. Paris, France.

SADZAWKA, M.A. 1990. Métodos de análisis de suelos. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Chile), Est. Exp. La Platina (Santiago), Serie La Platina Nº 16. 130 p.