



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y
NATURALES**

CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL

**Impacto de la ceniza volcánica en el suelo y ecosistema en
la provincia de Pichincha según la percepción de los
agricultores.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL

Autora: Ramírez Navarrete, Nicole Stefania

Directora: Jiménez Álvarez, Leticia Salomé

TULCAN

2023



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NC-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

2023

Aprobación del director del Trabajo de Titulación

Loja, 20 de abril de 2023

Doctora

Ximena Yadira González Rentería

Director de la carrera de Gestión Ambiental MAD

Loja. -

De mi consideración:

Me permito comunicar que, en calidad de director del presente Trabajo de Titulación denominado: Impacto de la ceniza volcánica en el suelo y ecosistema en la provincia de Pichincha según la percepción de los agricultores, realizado por Nicole Stefania Ramirez Navarrete el cual ha sido orientado y revisado durante su ejecución, así mismo ha sido verificado a través de la herramienta de similitud académica institucional, y cuenta con un porcentaje de coincidencia aceptable. En virtud de ello, y por considerar que el mismo cumple con todos los parámetros establecidos por la Universidad, doy mi aprobación a fin de continuar con el proceso académico correspondiente.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

Leticia Salomé Jiménez Álvarez

C.I.: 1103505242

Correo electrónico: lsjimenez@utpl.edu.ec

Declaración de autoría y cesión de derechos

“Yo, Nicole Stefania Ramírez Navarrete, declaro y acepto en forma expresa lo siguiente:

Ser autora del Trabajo de Titulación denominado: Impacto de la ceniza en el suelo y ecosistema en la provincia de Pichincha según la percepción de los agricultores, siendo Leticia Salomé Jiménez Álvarez, directora del presente trabajo; y, en tal virtud, eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones judiciales o administrativas, en relación a la propiedad intelectual. Además, ratifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo son de mi exclusiva responsabilidad.

Que mi obra, producto de mis actividades académicas y de investigación, forma parte del patrimonio de la Universidad Técnica Particular de Loja, de conformidad con el artículo 20, literal j), de la Ley Orgánica de Educación Superior; y, artículo 91 del Estatuto Orgánico de la UTPL, que establece: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional de la Universidad”.

Autorizo a la Universidad Técnica Particular de Loja para que pueda hacer uso de mi obra con fines netamente académicos, ya sea de forma impresa, digital y/o electrónica o por cualquier medio conocido o por conocerse, sirviendo el presente instrumento como la fe de mi completo consentimiento; y, para que sea ingresada al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública, en cumplimiento del artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Autor: Nicole Stefania Ramírez Navarrete

C.I.:0401710728

Correo electrónico: nramirez5@utpl.edu.ec

Dedicatoria

Esta tesis la dedico a mi señora madre Barbara Navarrete por su apoyo incondicional y estar conmigo en cada etapa de mi vida, por motivarme a ser mejor, por creer en mí, por enseñaste a luchar y conseguir cada uno de mis objetivos, por ayudarme a salir adelante, por darme fuerza y fe en mí mismo para nunca dudar de mi potencial. A usted señora madre mía le dedico este triunfo y cada uno de mis logros. Gracias por siempre estar a mi lado y guiar mi camino.

Autor: Nicole Stefania Ramírez Navarrete

Agradecimiento

A Dios que cada día me das la oportunidad de seguir adelante para cumplir mis metas junto a mi familia. A mi madre por apoyarme siempre y estar a mi lado en cada etapa de mi vida, por enseñarme a luchar por mis objetivos y nunca rendirme. A la universidad Técnica Particular de Loja por acogerme en su noble institución y ayudarme a cumplir mi sueño de ser una profesional. A mis profesores por confiar en mí y a todas las personas que me han apoyado en todo el proceso de este proyecto de tesis. A mi tutora de tesis por guiarme con sus conocimientos, por su amabilidad y paciencia para que yo culmine con éxito mi carrera.

Nicole Stefania Ramírez Navarrete

Índice de Contenido

Caratula	I
Aprobación del director del Trabajo de Titulación	II
Declaración de autoría y cesión de derechos	III
Dedicatoria.....	IV
Agradecimiento.....	V
Índice de Contenido	VI
Índice de Tablas	VIII
Índice de Figuras	X
Resumen	1
Abstract.....	2
Introducción	3
Objetivos.....	5
Objetivo general.....	5
Objetivos específicos	5
Capítulo uno	6
Marco teórico	6
1.1 Antecedentes investigativos.....	6
1.1.1 Desastre Natural	8
1.1.2 Vulnerabilidad	8
1.1.3 Educación Ambiental	8
1.3.4 Percepción.....	9
1.3.5 Marco legal	9
Capítulo dos	10
Materiales y método	10
2.1 Área de estudio.....	10

2.2	Diseño de la investigación	11
2.3	Enfoque de la investigación	12
2.4	Participantes	12
2.5	Muestra y muestreo	12
2.6	Instrumentos	13
2.7	Recopilación y análisis de datos	13
	Capítulo tres	14
	Resultados y discusión.....	14
3.1	Descripción de los encuestados	14
	Conclusiones	39
	Recomendaciones	40
	Bibliografía	41
	Apéndice	46
	Apéndice A. Formato de la encuesta	46

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Encuestas realizadas en la Provincia de Pichincha</i>	12
Tabla 2 <i>Edad aproximada</i>	14
Tabla 3 <i>Género</i>	15
Tabla 4 <i>Etnia de los encuestados</i>	15
Tabla 5 <i>Nivel de educación de los encuestados</i>	16
Tabla 6 <i>¿Cuántos años aproximadamente lleva trabajando en la agricultura?</i> 16	
Tabla 7 <i>¿Qué efecto tiene la ceniza volcánica en el suelo a corto plazo?</i>	18
Tabla 8 <i>En caso de mejorar la ceniza al suelo, este lo hace:</i>	20
Tabla 9 <i>¿Cuál considera que es el mejor suelo para la agricultura?</i>	21
Tabla 10 <i>¿Usted compraría terrenos cerca o en las faldas de un volcán para implementar un sistema agrícola, ganadero y/o de conservación?</i>	22
Tabla 11 <i>¿Qué estrategias utiliza después de que ha caído ceniza en sus terrenos?</i>	22
Tabla 12 <i>¿En un suelo que ha caído ceniza se recupera en?</i>	23
Tabla 13 <i>¿Alguna institución le ha capacitado sobre qué hacer frente a una posible erupción volcánica o a la presencia de fumarolas volcánicas?</i>	24
Tabla 14 <i>Cuándo ha habido caída de ceniza; ¿Usted debió dejar de trabajar sus terrenos?</i>	24
Tabla 15 <i>¿Conoce algún proyecto que estudie el efecto de la ceniza en el suelo y en el ecosistema?</i>	25
Tabla 16 <i>¿La ceniza contribuye al control de plagas y enfermedades del suelo?</i>	25
Tabla 17 <i>¿Se adiciona humus o fertilizantes para cultivar en las zonas ubicadas en las faldas de los volcanes?</i>	26
Tabla 18 <i>¿Le gustaría vivir en las faldas de un volcán?</i>	27

Tabla 19 <i>¿Sus familiares o usted han vivido experiencia de caída de ceniza volcánica?</i>	28
Tabla 20 <i>¿Cuál ha sido el nivel de afectación por caída de ceniza sobre sus cultivos?</i>	28
Tabla 21 <i>¿Proteger el medio ambiente, es importante para Usted?</i>	32
Tabla 22 <i>¿Al principio, el efecto de la acumulación de cenizas y de la lluvia ácida quema la vegetación y deja el suelo inutilizable durante varios meses?</i> 33	
Tabla 23 <i>¿La mezcla de cenizas volcánicas aumenta la fertilidad de los futuros cultivos, favoreciendo así el crecimiento de las plantas y la cobertura vegetal?</i>	34
Tabla 24 <i>¿Piensa que existe desinterés en las autoridades de turno acerca de promover las buenas prácticas ambientales?</i>	37
Tabla 25 <i>¿A usted le interesaría recibir información sobre el correcto manejo de la ceniza volcánica?</i>	38

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Ubicación de volcanes en la provincia de Pichincha.</i>	11
Figura 2 <i>¿Cuál considera qué es el volcán más peligroso del Ecuador? Según los encuestados.</i>	17
Figura 3 <i>¿Cuál cree que es el volcán más peligroso de la provincia de Pichincha?</i>	18
Figura 4 <i>¿La caída de ceniza volcánica afecta a?</i>	19
Figura 5 <i>¿Qué ocurre cuando se incorpora la ceniza volcánica en el suelo? ...</i> 20	
Figura 6 <i>De qué forma ha sido afectado o beneficiado por la caída de la ceniza volcánica.</i>	29
Figura 7 <i>¿Cómo afecta una erupción volcánica al medio ambiente? Alteración de la calidad del aire.</i>	30
Figura 8 <i>¿Cómo afecta una erupción volcánica al medio ambiente? Impacto en la calidad de agua</i>	31
Figura 9 <i>¿Cómo afecta una erupción volcánica al medio ambiente? Impacto en la calidad del suelo.</i>	31
Figura 10 <i>¿Cómo afecta una erupción volcánica al medio ambiente? Impacto en las infraestructuras públicas.</i>	32
Figura 11 <i>¿La ceniza y los gases proyectados por la actividad volcánica de qué forma afectan la calidad del aire?</i>	34
Figura 12 <i>¿La ceniza y los gases proyectados por la actividad volcánica de qué forma afectan la calidad del agua?</i>	35
Figura 13 <i>¿Del 1 al 5 cuánto cree que afecta la caída de ceniza volcánica a los animales?</i>	36
Figura 14 <i>¿Con cuál medio cree que la población se informaría de mejor manera acerca de cómo tratar los fenómenos naturales (erupción volcánica, caída de ceniza)?</i>	37

Resumen

Una erupción volcánica puede afectar al ecosistema a nivel mundial. Cuando un volcán entra en erupción o actividad, toneladas de cenizas volcánicas se expulsan a la atmósfera y se depositan en el ecosistema provocando diversos cambios. Este documento analiza la perspectiva y opinión de los agricultores que habitan en la provincia de Pichincha, sobre los aspectos positivos y negativos de la ceniza volcánica. El método utilizado para la recolección de información fue la aplicación de encuestas en los ocho cantones de la provincia de Pichincha. Como resultado se determinó que los agricultores encuestados por su ubicación geográfica han vivido experiencias de caída de ceniza volcánica, por lo que han sido afectados sus cultivos, salud, infraestructura, animales, agua, etc. Además, se determinó que la población de esta zona no se encuentra capacitada ante una posible erupción volcánica, existe desconocimiento sobre medidas de reparación del suelo. Aunque a la población le interesa el cuidado del medio ambiente, esta no ha recibido información acerca del tema, información clave para tomar decisiones responsables.

Palabras clave: perspectiva, ceniza volcánica, agricultores, medio ambiente.

Abstract

A volcanic eruption can affect the ecosystem worldwide. When a volcano erupts or becomes active, tons of volcanic ash are ejected into the atmosphere and deposited in the ecosystem, causing various changes. This document analyzes the perspective and opinion of farmers who live in the province of Pichincha, on the positive and negative aspects of volcanic ash. The method used to collect information was the application of surveys in the eight cantons of the province of Pichincha. As a result, it was determined that the farmers surveyed due to their geographical location have lived experiences of volcanic ash fall, for which their crops, health, infrastructure, animals, water, etc. have been affected. In addition, it was determined that the population of this area is not trained in the face of a possible volcanic eruption, there is a lack of knowledge about soil repair measures. Although the population is interested in caring for the environment, they have not received information on the subject, key information to make responsible decisions.

Keywords: perspective, volcanic ash, farmers, environment

Introducción

La provincia de Pichincha limita al norte con las provincias de Imbabura y Esmeraldas, al sur con la provincia de Cotopaxi, al este con las provincias de Sucumbíos y Napo y al oeste con Santo Domingo de los Tsáchilas (Prefectura de Pichincha, 2017). Esta se encuentra en la Línea Ecuatorial y pertenece a la región sierra, en la cual se puede observar un hermoso paisaje con elevaciones montañosas, su capital es la ciudad de Quito, está constituida por 8 cantones con sus respectivas parroquias urbanas y rurales.

La provincia de Pichincha cuenta con 14 volcanes entre activos, volcanes dormidos o inactivos, volcanes extintos que a lo largo del tiempo han causado varias erupciones volcánicas, siendo la última erupción entre 1999 a 2001 por el volcán Guagua Pichincha que se encuentra a 12 kilómetros de la ciudad de Quito (Instituto Geofísico, 2022). Esta provincia a lo largo del tiempo se ha visto afectada por volcanes que se encuentran cerca de sus alrededores como es el volcán Cotopaxi, localizado a una distancia de 35 km al Noreste de Latacunga y de 45 km al Sureste de Quito considerándose uno de los volcanes más peligrosos del Ecuador debido a su constante actividad en los últimos años (Instituto Geofísico, 2022). Uno de los principales problemas que ha ocasionado la actividad volcánica es la emisión de ceniza, ya que esta puede extenderse a gran distancia dependiendo de su tamaño y la dirección de viento, su propagación puede ocasionar distintas afectaciones a los seres humanos, animales, al ecosistema, suelo, infraestructura, interrumpe la aviación y transporte. Las personas que han están en contacto con los gases y cenizas pueden presentar distintas afectaciones como problemas respiratorios siendo los más afectados los niños y adultos mayores. Los animales son muy vulnerables a la ceniza, incluso la inhalación de esta les puede ocasionar la muerte, los residuos de emisión volcánica se quedan en el suelo y en toda la vegetación, causando que esta quede contaminada y no apta para la alimentación de los animales (UNCO, 2015).

La ceniza volcánica puede ocasionar efectos positivos o negativos en el suelo, esto dependerá en gran medida de la cantidad, el tamaño etc. En los Andes ecuatorianos podemos

encontrar gran abundancia de suelos de ceniza volcánica los cuales poseen gran cantidad de reservas de carbono, de nutrientes fundamentales para el desarrollo de las plantas (Tonnejck et al., 2010). Este fenómeno natural aporta nutrientes al suelo, los cuales dependiendo de la cantidad puede tardar un corto o largo plazo en incorporarse, otro factor a tener en cuenta es la presencia de elementos potencialmente dañinos para las plantas como azufre, flúor y calcio, los cuales pueden quemar y dejar inactivo el suelo por algunos meses (Chejin, 2021).

El presente documento pretende dar a conocer los resultados de encuestas realizadas para explorar los puntos de vista y percepciones de los agricultores sobre el riesgo y consecuencias de la caída de ceniza volcánica, así como las posibles técnicas empleadas para la remediación o recuperación del suelo. La percepción de los agricultores puede guiar el trabajo futuro sobre el desarrollo de la resiliencia del tema y proporcionar una base para futuras pruebas de campo y laboratorio, sobre posibles técnicas de rehabilitación de suelos afectados por este fenómeno natural y en un futuro poder obtener un mejor manejo de información, en caso de que ocurrieran una erupción volcánica.

Objetivos

Objetivo general

Analizar el impacto de la ceniza volcánica en el ecosistema según la perspectiva de los agricultores de la provincia de Pichincha.

Objetivos específicos

Determinar el efecto de la ceniza volcánica en el suelo según la percepción de los agricultores.

Determinar el grado de conocimiento que poseen los agricultores sobre el correcto manejo de ceniza volcánica.

Contrastar la información emitida por los agricultores con la información científica.

Capítulo uno

Marco teórico

1.1 Antecedentes investigativos

Los desastres naturales como erupciones volcánicas han sido y seguirán siendo un problema que afecta directamente al desarrollo económico y social de una ciudad o un país, por lo que es importante la identificación y comprensión del daño ocasionado por la caída de ceniza volcánica en la provincia de Pichincha tanto en cultivos, suelos, ecosistema bióticos y abióticos, dentro del proceso eruptivo de volcanes en esta provincia, podemos hacer referencia a la última erupción del Volcán Guagua Pichincha ocurrida entre 1999 a 2001, la cual afectó con su ceniza a plantas, animales, seres humanos, etc. (UNCO, 2015).

Según la investigación realizada por Robert et. al (2009) la cual habla de cómo la provincia de Pichincha la capital de los ecuatorianos afrontó el problema de catástrofe natural causada por la erupción del volcán Guagua Pichincha, como también las estrategias que presentaron las autoridades de ese entonces como medidas de recuperación.

Existen diferentes estudios que analizan los problemas que puede ocasionar un desastre natural. Según Oriane Turot y Nimoho (2017) consideran que el volcán Manaro-Voui en la isla de Ambae es el volcán más peligroso del archipiélago de Vanuatu. Las últimas erupciones mortales fueron hace 300 y 120 años, pero se registró actividad durante la última década. Este informe presenta los resultados detallados de la evaluación tanto los impactos directos de la erupción volcánica, caída de ceniza y propone algunas opciones de recuperación, dependiendo de la evolución de la actividad volcánica, según datos recopilados a través de encuestas muestran que toda la isla fue afectada por el desplazamiento, daño en la agricultura, plantaciones forestales, pesca (Turot & Lawrence, 2017).

Según el artículo de Minasny et. al (2021) nos habla sobre la aplicación de ceniza volcánica a la tierra de cultivo, esta es una solución natural sin explotar ya que propone una solución de seguridad del suelo basada en la naturaleza. En países con volcanes activos,

como Indonesia, la ceniza volcánica se usa para suministrar nutrientes y reducir el CO₂ de la atmósfera. La meteorización puede atraer CO₂ de la atmósfera; además, la ceniza volcánica con 0% de carbono puede convertirse en suelos con alrededor de 10% de carbono orgánico.

En Indonesia, los suelos de origen volcánico cubren alrededor de 31,7 millones de hectáreas o el 17% de su superficie terrestre. Las frecuentes erupciones volcánicas hicieron que la ceniza volcánica estuviese fácilmente disponible. Sin embargo, no se usa mucho ya que no se ha investigado adecuadamente como enmienda al suelo. Actualmente, la ceniza volcánica no necesita ser molida, pueden absorber cantidades significativas de carbono de la atmósfera y construir suelos fértiles que suministren una gran cantidad de nutrientes para lograr alimentos y seguridad del suelo. La ceniza volcánica debe incluirse en la contabilidad del carbono y su gestión podría ser parte de las estrategias de reducción de emisiones (Budimán et al., 2021).

Otro tipo de investigación sobre las erupciones volcánicas trata sobre que este fenómeno natural es beneficioso a largo plazo, este generalmente mejora las propiedades físicas y químicas de los suelos, acumula gran cantidad de carbono orgánico, nitrógeno para las plantas y varios nutrientes, los suelos de ceniza volcánica se encuentran entre los suelos más productivos del mundo. Para solucionar los graves problemas causados por un manejo inadecuado y sostener los suelos de ceniza volcánica, se fomenta el mejoramiento de suelos, la agricultura de precisión, la fertilización programada, la rotación de cultivos para controlar enfermedades y nematodos transmitidos por el suelo (Takahashi & Sadao, 2002).

Según Wohletz et al. (2002) menciona que el problema de las cenizas volcánicas son los mecanismos de formación de ceniza volcánica fina, utilizando resultados experimentales, consideraciones teóricas y observaciones de campo que se refieren a la potencia de estos mecanismos para explicar que la ceniza fina producida por volcanismo explosivo, el problema con la ceniza volcánica es que su formación es poco conocida desde el punto de vista de la energía de las erupciones. Debido a que la fuente de energía de erupción explosiva debe ser la energía térmica del magma, y debido a que una explosión requiere una conversión rápida

de energía en una forma mecánica, concluye que el análisis cuantitativo de partículas finas de ceniza es necesario para estimar la energía mecánica de las explosiones volcánicas.

1.1.1 Desastre Natural

Un desastre natural es considerado como un fenómeno que es impredecible causado por la naturaleza, por ejemplo, las erupciones volcánicas, terremotos, huracanes, tsunamis entre otras, las cuales dejan daños materiales y pérdidas de vidas humanas. Un desastre natural afecta a una población y la deja en situación de vulnerabilidad. No todos los fenómenos naturales se consideran desastres naturales, sino aquellos que afecten directamente a la población (Simonetti, 2017).

Por ejemplo, las erupciones volcánicas afectan al ecosistema y a los humanos a nivel mundial, cuando un volcán entra en erupción, toneladas de cenizas volcánicas se expulsan a la atmósfera y se depositan en la tierra. El peligro que representan las cenizas volcánicas no se limita al área cercana al volcán, sino que también puede afectar un área extensa. Las cenizas expulsadas por el volcán afectan la vida diaria de las personas e interrumpen las actividades agrícolas y dañan los cultivos, etc. Sin embargo, el resultado positivo de este evento natural es que asegura suelo fértil para el futuro.

1.1.2 Vulnerabilidad

La vulnerabilidad es la imposibilidad de resistencia cuando se presenta un fenómeno natural, también se puede comprender como el conjunto de condiciones que están expuestas al peligro y resultan afectadas con incapacidad de recuperarse después de que ocurrió (Cando et al., 2020).

1.1.3 Educación Ambiental

La educación ambiental imparte un conocimiento que relaciona al ser humano con el ambiente, como resultado se quiere obtener que las personas alcancen un entendimiento de las temáticas ambientales, y así tengan las herramientas para tomar decisiones responsables acerca de este tema. Con este conocimiento se busca obtener un cambio de actitud y que las

personas tomen conciencia sobre la importancia de conservar el medio ambiente y en un futuro poder mejorar nuestra calidad de vida (Ministerio del Medio Ambiente, 2018).

1.3.4 Percepción

Es la forma en la que nuestro cerebro interpreta las sensaciones como el gusto, la vista, el tacto, audición, olfato de una acción y efecto que está a nuestro alrededor, es la impresión que un individuo percibe del entorno a través de los sentidos.

1.3.5 Marco legal

La Ley de Gestión Ambiental establece que la Autoridad Ambiental Nacional la ejerce el Ministerio del Ambiente, instancia rectora, coordinadora y reguladora del sistema nacional descentralizado de Gestión Ambiental; sin perjuicio de las atribuciones que en el ámbito de sus competencias y acorde a las Leyes que las regulan, ejerzan otras instituciones del Estado (Asamblea, 2008).

Capítulo dos

Materiales y método

2.1 Área de estudio

La provincia de Pichincha en donde se puede observar un hermoso paisaje con elevaciones montañosas, su capital es la ciudad de Quito, está constituida por 8 cantones con sus respectivas parroquias urbanas y rurales (Prefectura de Pichincha, 2017).

La temperatura promedio varía entre 9 y 11°C, con extremos absolutos que van de 0 a 22°C, y su territorio abarca 9.612 kilómetros cuadrados. Alrededor de 3.228.233 habitantes en la provincia de Pichincha (Serrano, 2009), según la proyección demográfica del INEC (2022), la provincia de Pichincha es la segunda más poblada del país, después de Guayas (INEC, 2020).

Según Zárate (2013) la provincia de Pichincha es muy diversa tanto como en flora y fauna, esta zona cuenta con múltiples plantas medicinales y la característica que sobresale son las orquídeas, en cuanto a la fauna se observan especies como: zorros, raposas, conejos de monte, lechuzas y colibríes etc. Existen mamíferos como el oso de anteojos, venados, ciervos, lobos de páramo, conejos, murciélagos y chucuris.

El área de estudio abarca gran cantidad de la provincia de Pichincha por lo que se ha realizado encuestas en cada uno de los cantones que conforma la provincia, se trabajó mayormente en las áreas que han sido afectadas por la caída de la ceniza volcánica para que la información sea concreta.

Figura 1

Ubicación de volcanes en la provincia de Pichincha.



Nota. Zona de estudio

Metodología de la investigación

2.2 Diseño de la investigación

Dado que el objetivo del estudio es analizar la percepción de los agricultores ante el impacto de la ceniza volcánica en el suelo y ecosistema, se recurrió al diseño de investigación no experimental, que se aplicó de manera transversa, ya que las encuestas serán realizadas en un momento específico de tiempo, se procedió a realizar la investigación de tipo exploratorio.

Las investigaciones no experimentales son las que se realizan sin la manipulación deliberada de datos, se observan los fenómenos tal y como suceden para después poder ser analizados, transversal que se realizan en un solo momento o tiempo único, exploratorio que el tema no se ha trabajado mucho y la población nos proporcionara las respuestas (Hernández et al., 2014).

2.3 Enfoque de la investigación

El presente estudio está planteado en el método del enfoque cuantitativo ya que este es el que mejor se adapta a las necesidades y características de la investigación.

El enfoque cuantitativo “utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (Hernández, 2014). Del enfoque cuantitativo se tomara la tecnica de encuestas para poder analizar la percepcion de los agricultores de la provincia de Pichinca acerca del impacto de la ceniza volcanca en el ecosistema (Castaño Garrido, 2002).

2.4 Participantes

La muestra estuvo conformada por 498 encuestas en los 8 cantones de la provincia de Pichincha como se detalla en la (Tabla 1). El número de encuestados se realizó con base a la población de productores y/o familias de agricultores en la provincia de Pichincha (INEC, 2014) y un tamaño de muestra para niveles de precisión de $\pm 5\%$, donde el nivel de confianza es del 95%.

Tabla 1

Encuestas realizadas en la Provincia de Pichincha

Cantones	Frecuencia	Total %
Quito	75	15,06
Mejía	73	14,66
Rumiñahui	70	14,06
Cayambe	69	13,86
Puerto Quito	65	13,05
San Miguel de los Bancos	56	11,24
Pedro Moncayo	46	9,24
Pedro Vicente Maldonado	44	8,84
Total	498	100,00

2.5 Muestra y muestreo

El muestreo es el método que se utiliza para la selección de componentes del total de la población. "Consiste en un conjunto de reglas, procedimientos y criterios mediante los cuales se selecciona un conjunto de elementos de una población que representan lo que

sucede en toda esa población" (Lopez, 2023). Esta investigación utilizó el método no probabilístico, ya que no toda la población cumple con los parámetros en el que se enfoca el análisis.

2.6 Instrumentos

Para poder recopilar los datos se utilizó un cuestionario realizado digitalmente en la página de internet Google forms. El cuestionario estuvo estructurado de 35 preguntas entre preguntas cerradas, de opción múltiple, dicotómicas y preguntas abiertas (Moreno, 2021).

Se explicó a los encuestados el objetivo del levantamiento de la información y porque es importante su participación, el tiempo de duración que les toma contestar todas las preguntas (aproximadamente 15 minutos). Se recolectó datos demográficos de los encuestados como (género, edad, nivel de educación, situación laboral, cantón, etnia), luego los encuestados respondieron preguntas relacionadas con el tema como "volcán más peligroso del Ecuador", "afectaciones en el suelo", "que afecta la caída de ceniza", "erupción volcánica", "estrategias utilizadas", "capacitaciones", "efecto de la ceniza en el suelo y en el ecosistema" etc. Finalmente, se les preguntó ¿A usted le interesaría recibir información sobre el correcto manejo de la ceniza volcánica?

2.7 Recopilación y análisis de datos

El cuestionario se lo aplicó en el periodo abril/2022- agosto/2022. La técnica que se utilizó en el procesamiento de datos es la estadística descriptiva, posteriormente se realizó la tabulación de los resultados de las encuestas realizadas en la provincia de Pichincha utilizando la herramienta Microsoft Office Excel para la realización de tablas, gráficos, cuadros, medidas de resumen y así poder expresar de manera clara las respuestas y brindar una mayor comprensión.

Capítulo tres

Resultados y discusión

3.1 Descripción de los encuestados

De las 498 personas a las que se realizó la encuesta, sus edades estuvieron comprendidas entre los 18 a 70 años como se detalla en la (Tabla 2). De las cuales el 69,08% fueron de sexo masculino y el 30,92% de sexo femenino cómo se observa en la (Tabla 3). Su etnia es 92,77% mestizos (Tabla 4).

En la (Tabla 2) se puede observar que el grupo encuestado está principalmente en un rango de edad de 35 a 55 años y el rango más bajo correspondió a la edad de mayor a 70 años.

Tabla 2

Edad aproximada

Cantones	18 y 35 años %	35 y 55 años %	55 y 70 años %	Mayor a 70 años%	Total %
Quito	7,43	5,42	2,21	0,00	15,06
Mejía	5,02	8,03	1,61	0,00	14,66
Rumiñahui	6,43	5,62	2,01	0,00	14,06
Cayambe	6,02	6,43	1,41	0,00	13,86
Puerto Quito	4,42	6,43	1,81	0,40	13,05
San Miguel de los Bancos	5,62	4,42	1,20	0,00	11,24
Pedro Moncayo	2,61	5,42	1,20	0,00	9,24
Pedro Vicente Maldonado	3,41	5,22	0,20	0,00	8,84
Total %	40,96	46,99	11,65	0,40	100,00

En la (Tabla 3) se puede observar que el 69,08% es de sexo masculino y el 30,92 % femenino, aun en la actualidad se podría decir que los porcentajes son casi parejos, ya que muchas mujeres son proveedoras de sus hogares y se dedican a trabajar en la agricultura debido a la migración de hombres a la ciudad (Mundial, 2017).

Tabla 3*Género*

Catones	Masculino %	Femenino %	Total %
Quito	10,64	4,42	15,06
Mejía	10,44	4,22	14,66
Rumiñahui	9,84	4,22	14,06
Cayambe	10,44	3,41	13,86
Puerto Quito	8,23	4,82	13,05
San Miguel de los Bancos	7,03	4,22	11,24
Pedro Moncayo	5,62	3,61	9,24
Pedro Vicente Maldonado	6,83	2,01	8,84
Total	69,08	30,92	100,00

En la (Tabla 4) podemos observar que la mayoría de los encuestados son mestizos, esto se debe a que las encuestas fueron realizadas en la provincia de Pichincha en donde el mayor porcentaje se autoidentifican como mestizos y, según los porcentajes del INEC (2014) el 60 % de la población en Pichincha es mestiza.

Tabla 4*Etnia de los encuestados*

Cantones	Mestizo %	Indígena %	Afroecuatoriano %	Total %
Quito	13,65	0,80	0,60	15,06
Mejía	13,05	1,20	0,40	14,66
Rumiñahui	14,06	0,00	0,00	14,06
Cayambe	11,85	1,41	0,60	13,86
Puerto Quito	12,45	0,00	0,60	13,05
San Miguel de los Bancos	10,04	1,00	0,20	11,24
Pedro Moncayo	9,04	0,20	0,00	9,24
Pedro Vicente Maldonado	8,63	0,20	0,00	8,84
Total	92,77	4,82	2,41	100,00

El nivel de educación de los agricultores en la provincia de Pichincha nos muestra que el 66,67% de los encuestados tienen estudios secundarios (Tabla 5), el alto porcentaje de nivel de educación secundario puede deberse a que la mayoría de encuestados fueron personas entre 35 a 55 años en el sector rural (Tabla 2).

Tabla 5*Nivel de educación de los encuestados*

Cantones	Secundaria %	Superior %	Primaria %	Estudiando %	Total %
Quito	10,24	2,61	2,01	0,20	15,06
Mejía	9,84	2,21	2,21	0,40	14,66
Rumiñahui	8,84	2,21	1,61	1,41	14,06
Cayambe	10,24	1,61	1,61	0,40	13,86
Puerto Quito	7,83	2,21	2,41	0,60	13,05
San Miguel de los Bancos	8,03	1,00	1,20	1,00	11,24
Pedro Moncayo	6,02	1,20	1,00	1,00	9,24
Pedro Vicente Maldonado	5,62	1,41	1,00	0,80	8,84
Total	66,67	14,46	13,05	5,82	100,00

La agricultura a lo largo del tiempo ha desempeñado un papel importante en la economía del país; proporciona alimentos y materias primas, también genera la oportunidad de empleo a una gran cantidad de personas (Andrade, 2017). La principal actividad económica a la que se dedican los encuestados de la provincia de Pichincha es la agricultura como se puede observar (Tabla 6), el 69,28 % llevan más de 10 años trabajando en esta actividad, la agricultura es el medio de subsistencia de algunas familias.

Tabla 6*¿Cuántos años aproximadamente lleva trabajando en la agricultura?*

Cantones	Entre 1 a 3 años %	Entre 3 a 6 años %	Entre 6 a 9 años %	Más de 10 años %	Total %
Cayambe	0,8	0,8	3,21	9,04	13,86
Mejía	0,4	1,81	3,82	8,63	14,66
Pedro Moncayo	0,4	0,8	0,8	7,23	9,24
Pedro Vicente Maldonado	0,6	0,4	1,41	6,43	8,84
Puerto Quito	0,2	1,0	3,01	8,84	13,05
Quito	0,8	1,0	2,41	10,84	15,06
Rumiñahui	0,6	0,6	3,01	9,84	14,06
San Miguel de los Bancos	0,8	0,4	1,61	8,43	11,24
Total	4,62	6,83	19,28	69,28	100

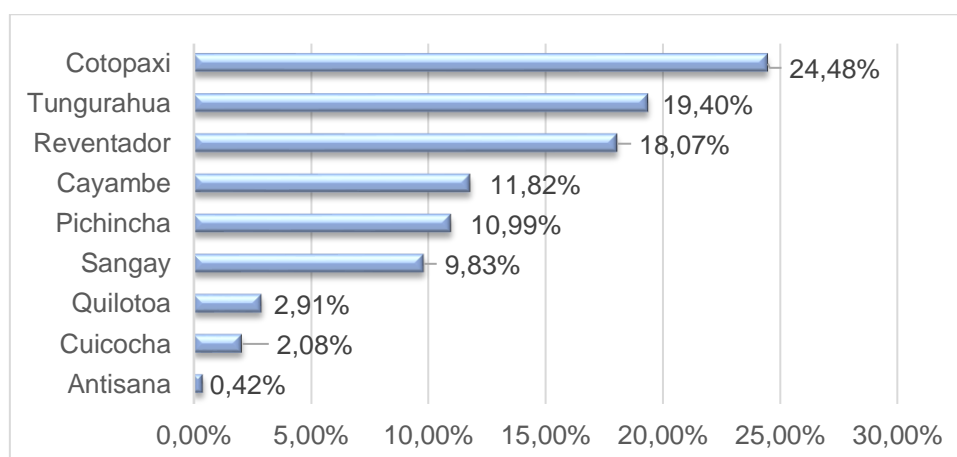
Según el análisis de María José Proaño (2022) el volcán Cotopaxi es considerado uno de los más peligrosos y vigilado por el IGEPN. La perspectiva de los encuestados es que el volcán más peligro del Ecuador es el Cotopaxi (Figura 2). Sin embargo, estudios realizados

por Bablon et al. (2020) indican que el Chalupas es un mega volcán que permanece oculto bajo tierra del Ecuador, y es mucho más peligroso que el Cotopaxi; cabe mencionar que el volcán Chalupas es considerado uno de los volcanes más peligrosos del mundo, una erupción de este volcán podría acabar con toda la población ecuatoriana, tiene un diámetro de 15 a 20 kilómetros, está ubicado en la parte suroriental al volcán Cotopaxi (Tierra, 2019).

El volcán Chalupas fue descubierto en 1980 por el español Geólogo José Luis Navarro que con datos científicos calculo que este volcán erupciono hace 216 mil años de lo cual se ha encontrado restos de material volcánico en todo el Ecuador incluso se encontró evidencia que la última erupción de este mega volcán llego hasta las Islas Galápagos.

Figura 2

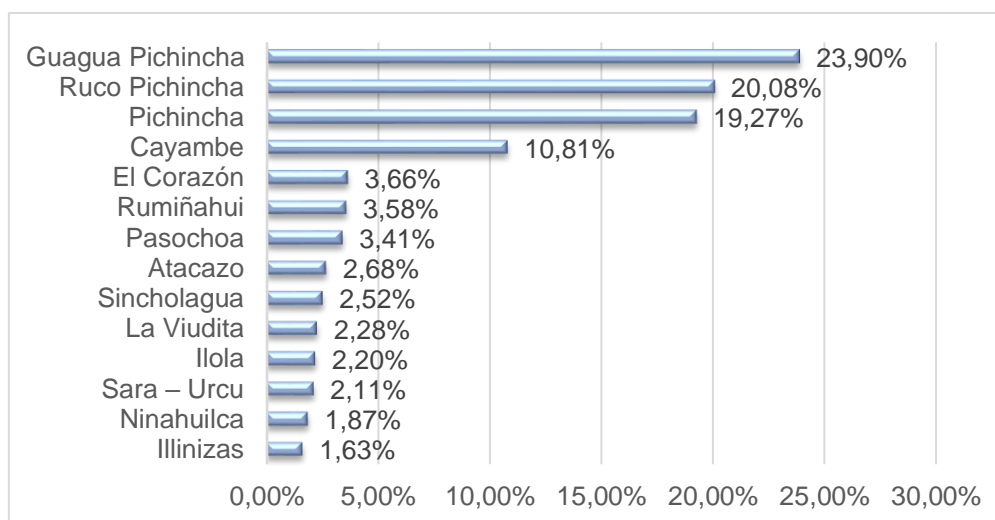
¿Cuál considera qué es el volcán más peligroso del Ecuador? Según los encuestados



El Guagua Pichincha (guagua = niño en quichua) es un volcán activo, su última erupción ocurrió entre 1999 a 2001, se encuentra ubicado a 12 km al oeste de la ciudad de Quito (Pavon & Contreras, 2021). Según los resultados de las encuestas el volcán más peligro de la provincia de Pichincha es el volcán Guagua Pichincha con un porcentaje de 23,90 % (Figura 3).

Figura 3

¿Cuál cree que es el volcán más peligroso de la provincia de Pichincha?



La vegetación en general es afectada por la caída de ceniza, la mayoría de los árboles pierden sus hojas en las áreas más afectadas por la caída de ceniza. Sin embargo, la vegetación es afectada en diferentes grados en una misma área, lo que indica que algunas plantas son mucho más sensibles que otras (Tapia et al., 2006). Según la percepción de los encuestados (Tabla 7) la ceniza si tiene efectos negativos a corto plazo.

Tabla 7

¿Qué efecto tiene la ceniza volcánica en el suelo a corto plazo?

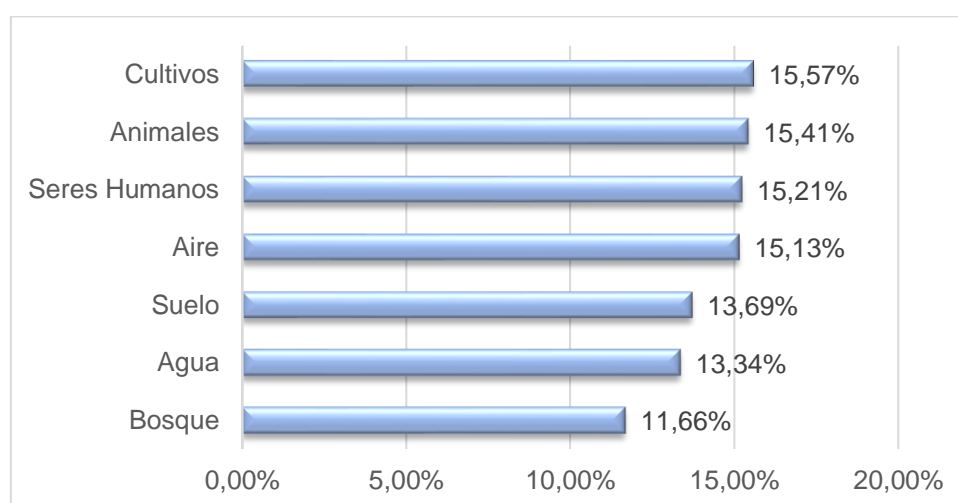
Cantones	Negativo %	Positivo %	Total %
Quito	8,84	6,22	15,06
Mejía	8,43	6,22	14,66
Rumiñahui	7,63	6,43	14,06
Cayambe	7,63	6,22	13,86
Puerto Quito	7,43	5,62	13,05
San Miguel de los Bancos	5,62	5,62	11,24
Pedro Moncayo	4,42	4,82	9,24
Pedro Vicente Maldonado	5,42	3,41	8,84
Total	55,42	44,58	100,00

El impacto de la ceniza en el suelo agrícola es complejo, dependiendo de la composición química de la ceniza, de la estructura y el perfil del suelo. Existe el riesgo de que

aumente la acidez del suelo por efecto de las cenizas, como también de que disminuya la fertilidad del suelo y se afecte la actividad microbiológica. Estos cambios pueden perjudicar a todo el ecosistema, las afectaciones dependen del tamaño y la cantidad de la capa de ceniza (Chejin, 2021). Los resultados de las encuestas muestran que la ceniza volcánica afecta a todo el ecosistema, cultivos, animales, seres humanos, aire, suelo, agua, bosque (Figura 4).

Figura 4

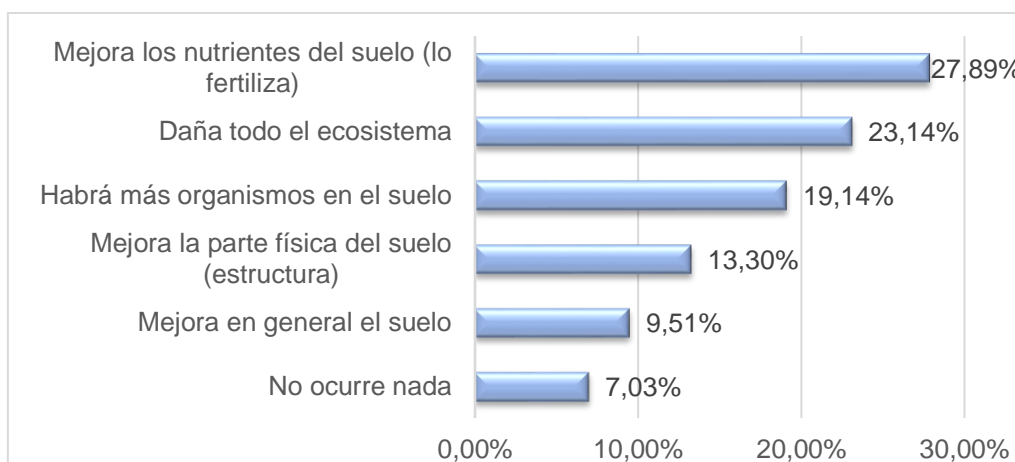
¿La caída de ceniza volcánica afecta a?



La incorporación de la ceniza puede contribuir a mejorar las propiedades físicas del suelo, como permeabilidad, porosidad, aireación, retención de agua, con lo que favorece el crecimiento de plantas. Dependiendo del espesor de la ceniza en los suelos, arar la capa superficial del suelo y mezclar la ceniza puede reducir los impactos de las cenizas y evitar la formación de una capa de costra en el suelo, lo que dificulta la filtración de agua y el intercambio de aire (Grosfeld & Puntieri, 2015). Los agricultores encuestados confirman que mejora los nutrientes del suelo (Figura 5) después de un periodo de tiempo el suelo se vuelve más fértil y apto para los cultivos.

Figura 5

¿Qué ocurre cuando se incorpora la ceniza volcánica en el suelo?



Según López et al. (2011) la ceniza volcánica contiene cantidades variables de nutrientes, que a largo plazo se van incorporando lentamente en el suelo, ya que se desintegran química y físicamente para brindar mayor cantidad de nutrientes. Las investigaciones hasta la fecha sobre los impactos de las cenizas volcánicas en la agricultura se han limitado a los impactos directos de las cenizas en los cultivos y el ganado, y hay poca información disponible sobre la remediación del suelo afectado por las cenizas. El 37,15% de los encuestados consideran que en caso de mejorar la ceniza el suelo, esto se da a largo plazo (Tabla 8).

Tabla 8

En caso de mejorar la ceniza al suelo, este lo hace:

Cantones	Largo plazo %	Mediano plazo %	Corto plazo %	Total %
Quito	4,42	3,82	6,83	15,06
Mejía	7,23	4,02	3,41	14,66
Rumiñahui	4,82	5,42	3,82	14,06
Cayambe	4,82	4,02	5,02	13,86
Puerto Quito	5,22	3,41	4,42	13,05
San Miguel de los Bancos	3,61	5,62	2,01	11,24
Pedro Moncayo	3,41	3,01	2,81	9,24
Pedro Vicente Maldonado	3,61	2,41	2,81	8,84
Total	37,15	31,73	31,12	100,00

Para los habitantes que viven hoy en día en tierras cercanas a volcanes y que en algún momento estuvieron activos, se dieron cuenta que en el sector en donde la capa de ceniza que cubría la tierra era fina, las plantas no solo no habían muerto, sino que crecían con más vigor y en mayor cantidad con el tiempo (Hidroponia, 2018). La mayoría de los agricultores encuestados consideran que los mejores suelos son los alejados de los volcanes (Tabla 9). Ya que si se presenta un fenómeno natural como la (caída de ceniza volcánica) este no se verá afectado ni positiva ni negativamente.

Tabla 9

¿Cuál considera que es el mejor suelo para la agricultura?

Cantones	Alejados de los volcanes %	Faldas de los volcanes %	Laderas del volcán %	Total %
Quito	10,64	2,81	1,61	15,06
Mejía	9,84	4,22	0,6	14,66
Rumiñahui	10,64	2,81	0,6	14,06
Cayambe	8,84	3,21	1,81	13,86
Puerto Quito	8,43	3,21	1,41	13,05
San Miguel de los Bancos	8,84	1,61	0,8	11,24
Pedro Moncayo	6,63	2,21	0,4	9,24
Pedro Vicente Maldonado	5,02	2,81	1	8,84
Total	68,88	22,89	8,23	100

El 57,43% de los agricultores no compraría terrenos cerca de un volcán (Tabla 10). Ya que consideran que los mejores suelos para los cultivos son alejados de los volcanes (Tabla 9). Los encuestados expusieron que cuando ocurre actividad volcánica se sienten muy afectados, ya que en su mayoría se pierden sus cultivos y esto les ocasiona pérdidas económicas.

Tabla 10

¿Usted compraría terrenos cerca o en las faldas de un volcán para implementar un sistema agrícola, ganadero y/o de conservación?

Cantones	No %	Si %	Total %
Quito	10,24	4,82	15,06
Mejía	7,83	6,83	14,66
Rumiñahui	6,43	7,63	14,06
Cayambe	8,23	5,62	13,86
Puerto Quito	7,83	5,22	13,05
San Miguel de los Bancos	6,83	4,42	11,24
Pedro Moncayo	4,82	4,42	9,24
Pedro Vicente Maldonado	5,22	3,61	8,84
Total	57,43	42,57	100,00

La estrategia para utilizar luego de caída de ceniza volcánica puede variar dependiendo el tamaño de la ceniza. Según el 39,76% de los encuestados la mejor estrategia después de la caída de ceniza volcánica es la remoción de la ceniza (Tabla 11). Aunque si la capa es fina, la incorporación de ceniza en el suelo puede contribuir a mejorar las propiedades físicas del suelo, como la permeabilidad y la aireación, mejorando la porosidad y la retención de agua, con lo cual se favorecería el crecimiento de las plantas (Comahue, 2015).

Tabla 11

¿Qué estrategias utiliza después de que ha caído ceniza en sus terrenos?

Cantones	Remoción de la ceniza %	Incorpora la ceniza en el suelo %	No realiza ninguna acción %	Riega el suelo %	Total %
Quito	6,63	3,41	2,81	2,21	15,06
Mejía	5,42	3,61	2,41	3,21	14,66
Rumiñahui	5,42	4,42	2,61	1,61	14,06
Cayambe	3,61	3,82	2,41	4,02	13,86
Puerto Quito	6,43	3,01	2,41	1,2	13,05
San Miguel de los Bancos	5,22	2,41	2,01	1,61	11,24
Pedro Moncayo	3,41	2,21	2,41	1,2	9,24
Pedro Vicente Maldonado	3,61	2,61	1,41	1,2	8,84
Total	39,76	25,5	18,47	16,27	100

La recuperación de un suelo en que ha caído ceniza volcánica depende del tamaño que esta tiene, ya que si es muy grande el suelo tardará más años en recuperarse, y si tiene

un tamaño fino esta se podría incorporar, mezclando la ceniza con el suelo (Segovia, 2015). El 65,06% de los agricultores tiene la perspectiva que el suelo se recupera en más de 5 años (Tabla 12).

Tabla 12

¿En un suelo que ha caído ceniza se recupera en?

Cantones	Más de 5 años %	1 y 5 años %	Menos de 1 año %	Total %
Quito	8,23	4,82	2,01	15,06
Mejía	11,24	3,21	0,20	14,66
Rumiñahui	9,04	3,61	1,41	14,06
Cayambe	9,24	4,62	0,00	13,86
Puerto Quito	7,63	3,82	1,61	13,05
San Miguel de los Bancos	8,03	2,61	0,60	11,24
Pedro Moncayo	5,62	3,01	0,60	9,24
Pedro Vicente Maldonado	6,02	2,61	0,20	8,84
Total	65,06	28,31	6,63	100,00

El 92,77 % de agricultores en la provincia de Pichincha no han recibido ninguna capacitación acerca del correcto manejo de caída de ceniza volcánica, mientras que el resto de encuestados manifestó que en alguna ocasión escucharon qué hacer frente a una erupción volcánica o fumarolas (Tabla 13). Se recomienda a las personas que viven cerca de un volcán informarse a través de la lectura o como su medio lo permita, ya que es muy importante saber que hacer frente a los eventos de posibles erupciones volcánicas y sobre el manejo de la ceniza en el suelo y los cultivos.

Tabla 13

¿Alguna institución le ha capacitado sobre qué hacer frente a una posible erupción volcánica o a la presencia de fumarolas volcánicas?

Cantones	No %	Si %	Total %
Quito	14,66	0,40	15,06
Mejía	13,45	1,20	14,66
Rumiñahui	13,05	1,00	14,06
Cayambe	12,05	1,81	13,86
Puerto Quito	12,45	0,60	13,05
San Miguel de los Bancos	10,44	0,80	11,24
Pedro Moncayo	8,43	0,80	9,24
Pedro Vicente Maldonado	8,23	0,60	8,84
Total	92,77	7,23	100,00

Según el testimonio de los agricultores el 66,47 % debió dejar de trabajar sus terrenos (Tabla 14). La ceniza puede resultar peligrosa para la salud. Puede irritar la piel y sobre todo causar problemas respiratorios. Los niños, personas con problemas respiratorios y ancianos son especialmente vulnerables (Instituto Geofísico, 2023).

Tabla 14

Cuándo ha habido caída de ceniza; ¿Usted debió dejar de trabajar sus terrenos?

Cantones	1 vez %	2 veces %	Más de dos veces %	Nunca %	Total %
Quito	8,43	3,41	1,81	1,41	15,06
Mejía	10,44	2,81	0,6	0,8	14,66
Rumiñahui	9,84	2,01	1,41	0,8	14,06
Cayambe	9,64	2,81	0,8	0,6	13,86
Puerto Quito	7,43	3,82	1,2	0,6	13,05
San Miguel de los Bancos	9,24	1,41	0	0,6	11,24
Pedro Moncayo	5,42	3,01	0,4	0,4	9,24
Pedro Vicente Maldonado	6,02	1,2	1,61	0	8,84
Total	66,47	20,48	7,83	5,22	100

La mayoría de encuestados manifestó que no conoce de algún proyecto que estudie el efecto de la ceniza en el suelo con el 83,53% (Tabla 15).

Tabla 15

¿Conoce algún proyecto que estudie el efecto de la ceniza en el suelo y en el ecosistema?

Cantones	No %	Si %	Total %
Quito	12,05	3,01	15,06
Mejía	12,25	2,41	14,66
Rumiñahui	11,65	2,41	14,06
Cayambe	11,85	2,01	13,86
Puerto Quito	11,04	2,01	13,05
San Miguel de los Bancos	8,63	2,61	11,24
Pedro Moncayo	8,03	1,20	9,24
Pedro Vicente Maldonado	8,03	0,80	8,84
Total	83,53	16,47	100,00

La ceniza volcánica ayuda al control de plagas ya que esta se adhiere a la superficie corporal de los insectos y resulta tóxica (Buteler et. al, 2011). La perspectiva del 68,88 % de los encuestados es que la ceniza si contribuye al control de plagas en el suelo (Tabla 16) y mejora la productividad agrícola siempre que esta sea en pequeñas cantidades.

Tabla 16

¿La ceniza contribuye al control de plagas y enfermedades del suelo?

Cantones	Si %	No %	Total %
Quito	10,24	4,82	15,06
Mejía	10,64	4,02	14,66
Rumiñahui	8,43	5,62	14,06
Cayambe	10,24	3,61	13,86
Puerto Quito	8,23	4,82	13,05
San Miguel de los Bancos	8,23	3,01	11,24
Pedro Moncayo	6,63	2,61	9,24
Pedro Vicente Maldonado	6,22	2,61	8,84
Total	68,88	31,12	100,00

La ceniza volcánica a corto plazo provoca una pérdida de la fertilidad del suelo, por lo tanto, la adición de fertilización orgánica al suelo puede ayudar a aumentar el nivel de

nutrientes orgánicos y el número y crecimiento de lombrices en el suelo para mitigar este efecto. El compost, el estiércol animal y el agua verde de los estanques de peces se pueden utilizar como fertilizantes. Agregar residuos de cultivos a los suelos también aumenta el contenido de carbono y controla la erosión del suelo (Tonneijck et al., 2010). La perspectiva del 56,43 % de agricultores encuestados manifestaron que si es necesario la utilización de abonos y fertilizantes (Tabla 17).

Tabla 17

¿Se adiciona humus o fertilizantes para cultivar en las zonas ubicadas en las faldas de los volcanes?

Cantones	Si %	No %	Total %
Quito	9,44	5,62	15,06
Mejía	7,63	7,03	14,66
Rumiñahui	7,83	6,22	14,06
Cayambe	8,03	5,82	13,86
Puerto Quito	6,43	6,63	13,05
San Miguel de los Bancos	6,22	5,02	11,24
Pedro Moncayo	5,62	3,61	9,24
Pedro Vicente Maldonado	5,22	3,61	8,84
Total	56,43	43,57	100,00

Los riesgos de vivir en las faldas de un volcán inactivo les dan a las personas una falsa seguridad, sin conocer el peligro que este puede ocasionar, lo recomendable es no permitir que comunidades se asienten cerca de los volcanes (Macedo, 2020). El 76,91 % de los encuestados respondieron que no les gustaría vivir en las faldas de un volcán (Tabla 18), debido al riesgo de una posible erupción volcánica y también por su salud ya que se encontrarían expuestos a gases, fumarolas etc.

Tabla 18*¿Le gustaría vivir en las faldas de un volcán?*

Cantones	No %	Si %	Total %
Quito	10,84	4,22	15,06
Mejía	12,05	2,61	14,66
Rumiñahui	11,24	2,81	14,06
Cayambe	10,04	3,82	13,86
Puerto Quito	9,24	3,82	13,05
San Miguel de los Bancos	8,43	2,81	11,24
Pedro Moncayo	7,43	1,81	9,24
Pedro Vicente Maldonado	7,63	1,20	8,84
Total	76,91	23,09	100,00

La provincia de Pichincha se ha visto en varias ocasiones afectada por la caída de ceniza de los diferentes volcanes que se encuentran cerca y dentro de la provincia como volcán Guagua Pichincha, volcán Cotopaxi, volcán Tungurahua, volcán Reventador. Según los encuestados el 78,92 % si ha vivido experiencias de caída de ceniza volcánica como se observa en la (Tabla 19).

La ceniza volcánica no es el producto de la combustión, como el material suave y esponjoso creado al quemar madera, hojas o papel, sino que consiste en fragmentos de rocas, minerales y vidrio volcánico que varían en tamaño desde arena hasta arcilla (desde 2 mm a menos de 0,004 mm de diámetro). La ceniza es dura, áspera, levemente corrosiva, conduce la electricidad cuando está humedecida y no se disuelve en agua, la ceniza se esparce sobre amplias áreas por el viento (Sánchez et al., 2017).

Tabla 19

¿Sus familiares o usted han vivido experiencia de caída de ceniza volcánica?

Cantones	Si %	No %	Total %
Quito	12,05	3,01	15,06
Mejía	12,25	2,41	14,66
Rumiñahui	10,64	3,41	14,06
Cayambe	9,64	4,22	13,86
Puerto Quito	10,44	2,61	13,05
San Miguel de los Bancos	9,64	1,61	11,24
Pedro Moncayo	6,83	2,41	9,24
Pedro Vente Maldonado	7,43	1,41	8,84
Total	78,92	21,08	100,00

El impacto en los cultivos depende del tipo de cultivo, la etapa de desarrollo del cultivo, la época del año de la erupción, la duración de la erupción y el clima, La afectación por caída de ceniza volcánica depende del tamaño y la cantidad ya que el peso adicional de las cenizas volcánica en las hojas, la ruptura de tallos y ramas impiden los procesos naturales de las plantas, como la fotosíntesis, la transpiración y la retención de agua, lo que conduce a la pérdida de la cosecha (Guevara & Del Carmen, 2015). Los encuestados mencionaron que 50,20 % de sus cultivos han sido medianamente afectados, mientras que el 36,75 % ha sido muy afectado debido a la proximidad del fenómeno (Tabla 20).

Tabla 20

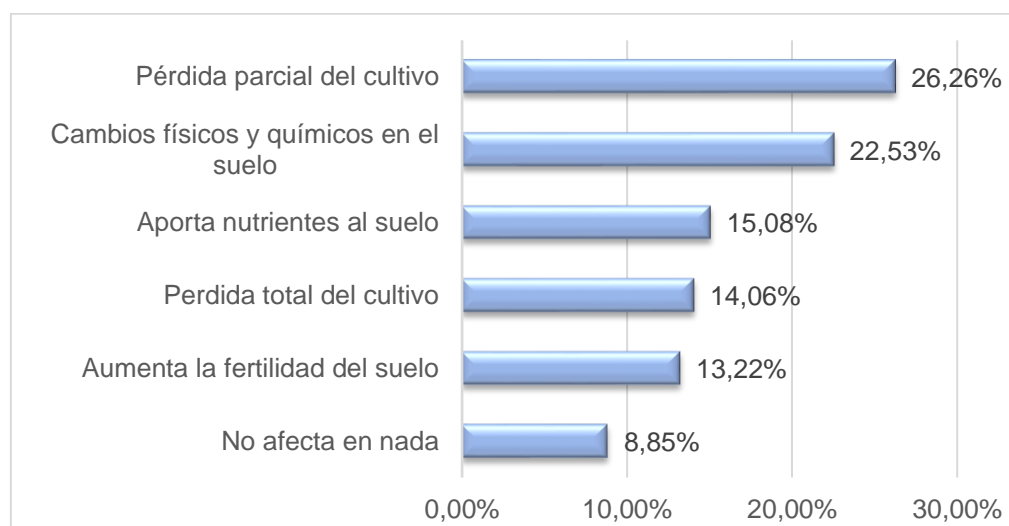
¿Cuál ha sido el nivel de afectación por caída de ceniza sobre sus cultivos?

Cantones	Medianamente afectado %	Muy afectado %	Poco afectado %	Total %
Quito	7,83	5,62	1,61	15,06
Mejía	7,03	5,82	1,81	14,66
Rumiñahui	7,83	5,42	0,80	14,06
Cayambe	7,43	5,02	1,41	13,86
Puerto Quito	5,62	4,02	3,41	13,05
San Miguel de los Bancos	6,63	3,41	1,20	11,24
Pedro Moncayo	4,02	3,82	1,41	9,24
Pedro Vicente Maldonado	3,82	3,61	1,41	8,84
Total	50,20	36,75	13,05	100,00

El 26,26 % de encuestados respondieron que fueron afectados negativamente, ya que perdieron parcialmente sus cultivos (Figura 6), lo que afecta directamente a su economía. La ceniza volcánica provoca lluvia ácida que cae sobre las plantas esta puede provocar problemas para la superficie de la planta con defoliación, quema de brotes de hojas y caída de frutos, pero también problemas de hidratación si se absorbe a través del suelo. La ceniza depositada en el suelo también puede alterar la química del suelo, alterando la acidez, el contenido de nutrientes y el contenido de agua, todo lo cual puede perjudicar la supervivencia de los cultivos (Lizcano et al., 2006)

Figura 6

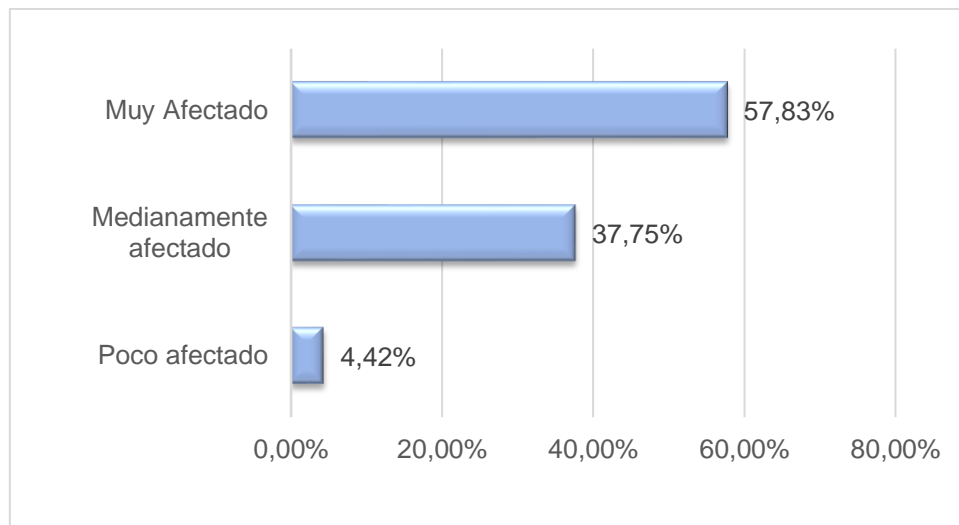
De qué forma ha sido afectado o beneficiado por la caída de la ceniza volcánica



La ceniza volcánica se forma durante las erupciones. Las erupciones volcánicas ocurren cuando los gases disueltos en roca fundida (magma) se expanden a medida que el magma se eleva y luego escapan violentamente al aire, o cuando el agua es calentada por el magma y repentinamente se convierte en vapor. La fuerza del gas que se escapa rompe las rocas sólidas y tritura el magma que es lanzado al aire. Una vez en el aire, el magma se solidifica en fragmentos de roca volcánica y vidrio. El viento puede llevar las partículas las pequeñas de ceniza a miles de kilómetros del volcán (Foundation, 2021). Por lo que el 57,83 % de los encuestados contestaron que han sido muy afectada la calidad del aire (Figura 7).

Figura 7

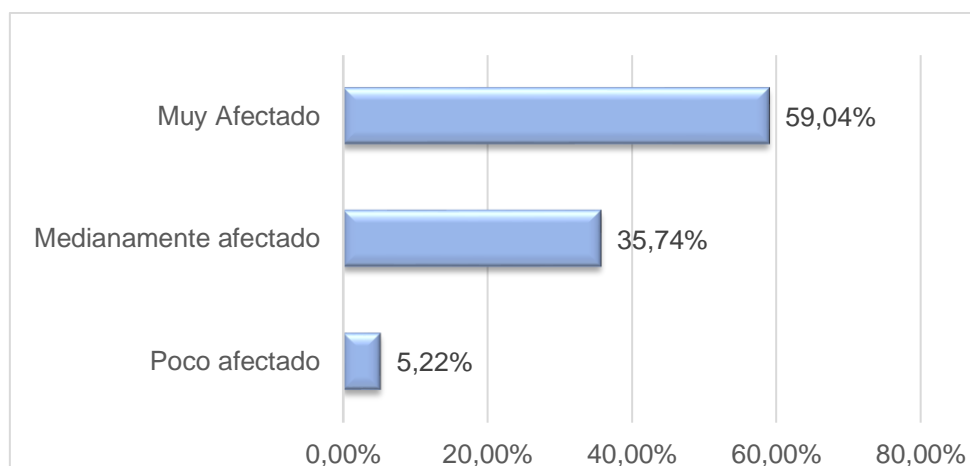
¿Cómo afecta una erupción volcánica al medio ambiente? Alteración de la calidad del aire



La caída de ceniza volcánica afecta la calidad de agua, ya que esta cambia el pH, la turbidez y presenta un alto riesgo de contaminación de ríos, lagos y arroyos modificando su olor, sabor y color, cambia la temperatura y disminuye la disponibilidad de oxígeno para los animales acuáticos. Finalmente se derivan problemas en los equipos disponibles para la toma de agua previo a su potabilización pudiendo ocasionar la falta de agua potable en ciudades (Santamaría, 2021). Por lo que los encuestados respondieron que la calidad de agua ha sido muy afectada (Figura 8). Se recomienda no utilizar aguas de tanques o de ríos para consumo humano o animal, si es posible ingerir agua embazada, hasta que la contaminación por ceniza volcánica ya no este.

Figura 8

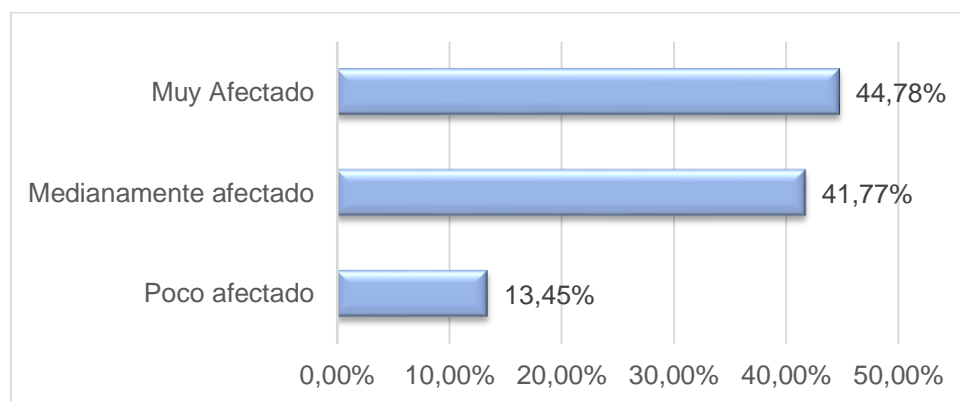
¿Cómo afecta una erupción volcánica al medio ambiente? Impacto en la calidad de agua



La ceniza depositada en el suelo puede provocar que se altere la estructura química de los suelos, varían su pH, nutrientes, alterando la acidez, retención del agua, lo cual perjudica la supervivencia de los cultivos (Ministerio del Ambiente, 2016). Por lo que los encuestados respondieron que la calidad del suelo ha sido muy afectada (Figura 9).

Figura 9

¿Cómo afecta una erupción volcánica al medio ambiente? Impacto en la calidad del suelo

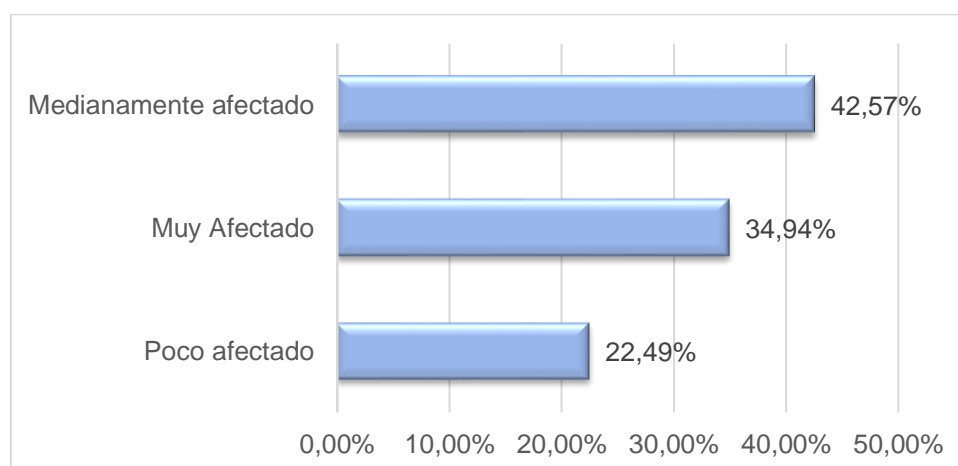


Según los encuestados el impacto en la infraestructura también se ha visto muy afectado (Figura 10). La caída de ceniza volcánica ocasiona problemas en la infraestructura debido a la carga depositada en los techos ya que puede provocando colapsos, también ocasiona daños en las líneas de comunicación, representa un grave impacto para el transporte aéreo, el transporte eléctrico ya que las partículas de ceniza volcánica de adhieren

a las superficies, sobre todo si estas se encuentran húmedas provocando conductividad de energía o fluctuaciones de voltaje (Instituto Geofísico, 2023).

Figura 10

¿Cómo afecta una erupción volcánica al medio ambiente? Impacto en la infraestructura públicas



Para el 80,72 % de los encuestados es muy importante proteger el medio ambiente, ya que si se pierde el equilibrio natural se podría perder la biodiversidad y todos los recursos que necesitamos para vivir (Tabla 21). El medioambiente es el espacio en el que se desarrolla la vida de los distintos organismos favoreciendo su interacción. En él se encuentran tanto seres vivos como elementos sin vida y otros creados por la mano del hombre (Ramos, 2023).

Tabla 21

¿Proteger el medio ambiente, es importante para Usted?

Cantones	Muy importante %	Algo importante %	No muy importante %	Total %
Quito	12,25	2,41	0,4	15,06
Mejía	10,44	4,22	0	14,66
Rumiñahui	12,25	1,2	0,6	14,06
Cayambe	11,04	2,41	0,4	13,86
Puerto Quito	10,24	2,21	0,6	13,05
San Miguel de los Bancos	8,03	2,41	0,8	11,24
Pedro Moncayo	8,23	0,8	0,2	9,24
Pedro Vicente Maldonado	8,23	0,6	0	8,84
Total	80,72	16,27	3,01	100

Los efectos químicos de la ceniza dependerían de las características de la ceniza, particularmente de la acidez (pH) y de cualquier químico reactivo. Una ceniza ácida con un pH inferior a 3 provocará la quema del tejido vegetal. En las hojas, esto tendrá un efecto similar a la defoliación, especialmente con rocío o lluvia ligera (Hernández T. , 2015). El 73,29 % de los encuestados confirman que, al principio la caída de ceniza volcánica puede quemar la vegetación (Tabla 22). Con el tiempo se incorpora la ceniza en el suelo y proporciona un buen ambiente para el crecimiento de las raíces, debido a que mejora la estructura y la porosidad.

Tabla 22

¿Al principio, el efecto de la acumulación de cenizas y de la lluvia ácida quema la vegetación y deja el suelo inutilizable durante varios meses?

Cantones	Si %	Tal vez %	No %	No lo sé %	Total %
Quito	11,45	2,61	0,80	0,20	15,06
Mejía	9,04	2,01	2,21	1,41	14,66
Rumiñahui	11,04	2,21	0,40	0,40	14,06
Cayambe	10,04	2,01	1,20	0,60	13,86
Puerto Quito	9,64	2,01	0,60	0,80	13,05
San Miguel de los Bancos	9,44	1,00	0,60	0,20	11,24
Pedro Moncayo	5,22	1,81	1,00	1,20	9,24
Pedro Vicente Maldonado	7,43	0,60	0,40	0,40	8,84
Total	73,29%	14,26%	7,23%	5,22%	100,00

A largo plazo, la adición de material volcánico puede tener efectos positivos en el drenaje, la aireación, la fertilidad y la retención de agua, sin embargo, en el sistema agrícola la ceniza volcánica está determinada por su espesor. Una fina capa de ceniza puede ser arrastrada por la lluvia. Las caídas de ceniza de hasta 10 cm más o menos podrían remediarse rápidamente mediante el arado. Con caídas de ceniza más espesas, las acciones de remediación son más complejas (Fernández, 2021). La perspectiva de los encuestado es que a largo plazo la caída de ceniza aumenta la fertilidad de suelo, favoreciendo el crecimiento de las plantas (Tabla 23).

Tabla 23

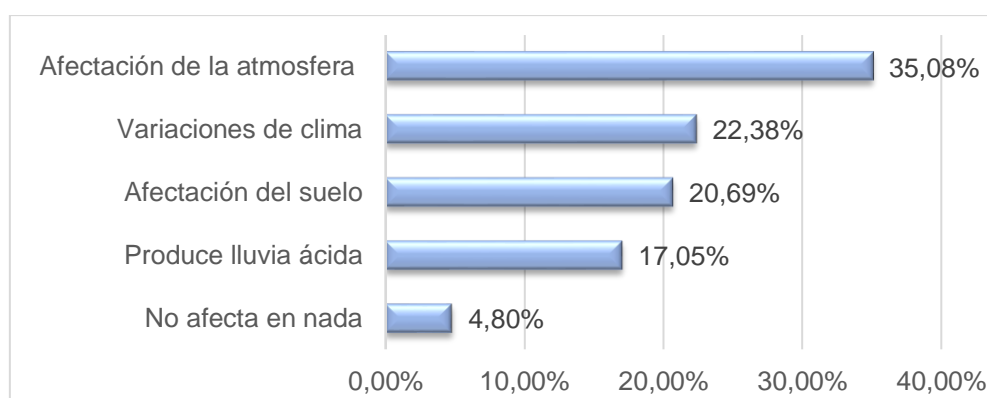
¿La mezcla de cenizas volcánicas aumenta la fertilidad de los futuros cultivos, favoreciendo así el crecimiento de las plantas y la cobertura vegetal?

Cantones	Si %	No %	Tal vez %	No lo sé %	Total %
Quito	6,63	4,82	2,61	1,00	15,06
Mejía	7,03	2,61	3,61	1,41	14,66
Rumiñahui	5,82	4,22	2,81	1,20	14,06
Cayambe	6,22	3,82	3,21	0,60	13,86
Puerto Quito	6,43	4,42	2,01	0,20	13,05
San Miguel de los Bancos	6,43	2,01	2,21	0,60	11,24
Pedro Moncayo	4,02	3,21	1,20	0,80	9,24
Pedro Vicente Maldonado	4,42	2,21	2,01	0,20	8,84
Total	46,99	27,31	19,68	6,02	100,00

Los gases volcánicos pueden contener dióxido de carbono, dióxido de azufre, el fluoruro de hidrógeno y otros gases dañinos. Los cuales provocan lluvia ácida contaminando el aire y la atmosfera (Rodríguez, 2021). El 35,08 % de los encuestados respondieron que la principal afectación del aire por la actividad volcánica es la afectación de la atmosfera (Figura 11).

Figura 11

¿La ceniza y los gases proyectados por la actividad volcánica de qué forma afectan la calidad del aire?

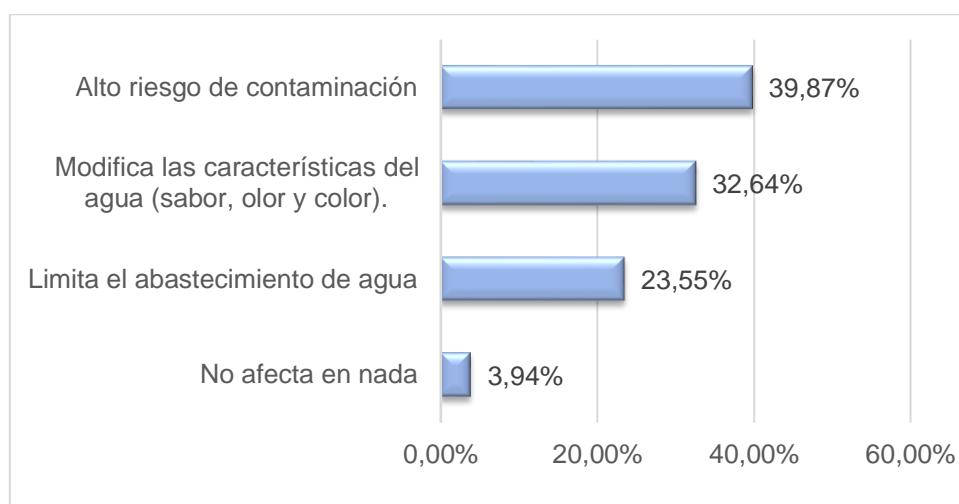


Según la perspectiva de los encuestados el 39,87 % respondieron que la afectación de la calidad del agua por la actividad volcánica es el alto riesgo de contaminación (Figura 12). Las cenizas volcánicas pueden afectar temporalmente la condición física y química del agua ya que genera mayor desgaste en el sistema de conducción y tratamientos de aguas,

también, puede alterar temporalmente la provisión de agua debido al incremento de la demanda para efectuar las tareas de limpieza. (Ministerio del Ambiente, 2016).

Figura 12

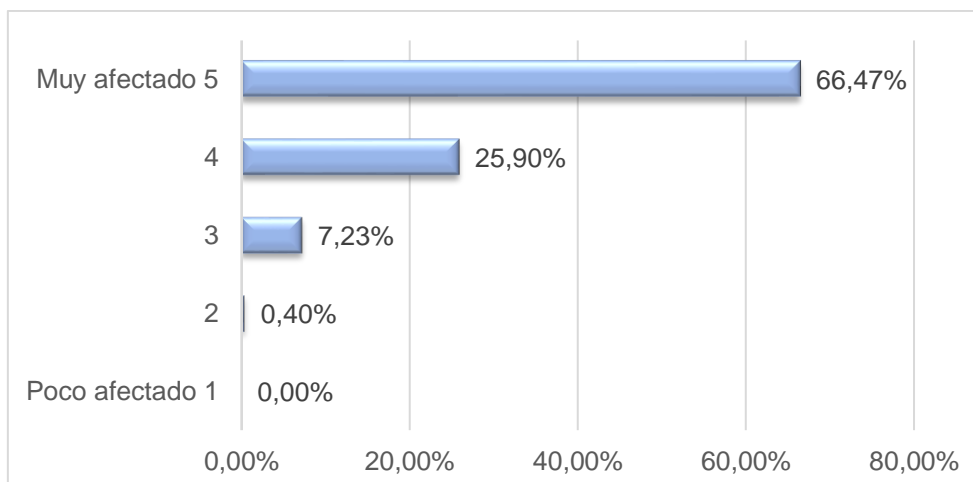
¿La ceniza y los gases proyectados por la actividad volcánica de qué forma afectan la calidad del agua?



La ganadería ante la caída de ceniza volcánica sufre un fuerte impacto debido a la reducción de fuentes de alimentos para los animales, debido que ante este fenómeno natural la ceniza cubre la hierba y se seca. Además, produce que los dientes se desgasten, impidiendo a los animales seguir alimentándose, provocando en algunos casos la muerte. Por lo que se sugiere implementar medidas de prevención para proteger y evacuar a los animales de las zonas afectadas, obtener alimento no contaminado para su alimentación, tener un plan de medidas preventivas (Reckziegel et al., 2020). El daño a los animales ante la caída de ceniza volcánica es muy afectado como podemos observar en (Figura 13).

Figura 13

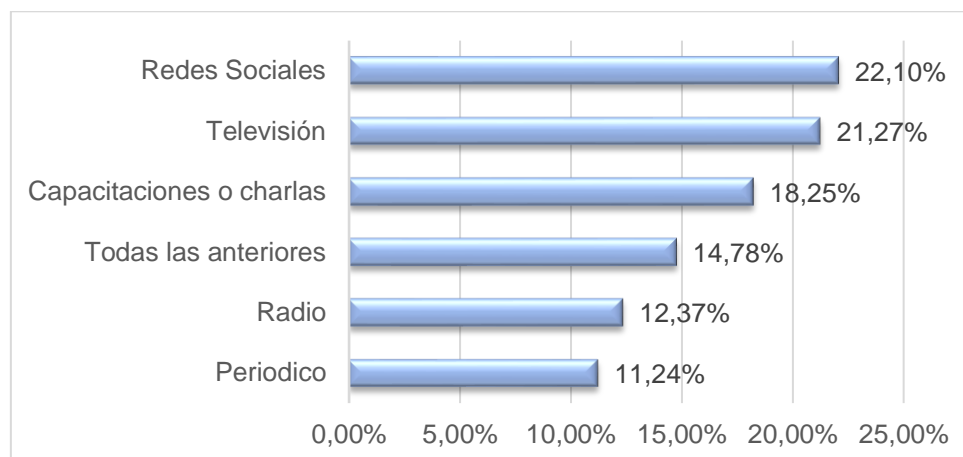
¿Del 1 al 5 cuánto cree que afecta la caída de ceniza volcánica a los animales?



El Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional es el encargado oficial sobre el diagnóstico y vigilancia de los peligros sísmicos y volcánicos del Ecuador, su labor es monitorear e interpretar en tiempo real los volcanes Tungurahua, Reventador, Guagua Pichincha, Cotopaxi y otros, ya que estos han experimentado nuevos y repetidos procesos eruptivos durante los últimos años, gracias al monitoreo permanente han logrado dar alertas tempranas a las autoridades y población para poder tomar medidas de prevención. (Instituto Geofísico, 2023) Las investigaciones realizadas por el (IG) se han constituido como la institución que mayores publicaciones científicas realiza en el país, en revistas internacionales, congresos nacionales, libros, mapas de amenazas, periódicos, etc. Además, en la actualidad las redes sociales se han convertido en el medio de difusión más rápido, ya que tiene el alcance de llevar información a personas de todas las edades, según los encuestados las redes sociales sería la mejor manera de informar acerca como tratar los fenómenos naturales (Tabla 14).

Figura 14

¿Con cuál medio cree que la población se informaría de mejor manera acerca de cómo tratar los fenómenos naturales (erupción volcánica, caída de ceniza)?



El 91,16 % de los encuestados respondieron que las autoridades de turno no tienen interés acerca de promover las buenas prácticas ambientales (Tabla 24). Aunque existe información limitada sobre los efectos de la caída de ceniza en la agricultura y las posibles medidas de mitigación, y en particular en climas tropicales, tanto debido a la investigación limitada en este campo como a la falta de informes detallados de los efectos de la caída de ceniza, incluidas las formas en que los agricultores y los gobiernos han intentado reducir las consecuencias dañinas para sus cultivos y ganado.

Tabla 24

¿Piensa que existe desinterés en las autoridades de turno acerca de promover las buenas prácticas ambientales?

Cantones	Si %	No %	Total %
Quito	13,86	1,20	15,06
Mejía	13,25	1,41	14,66
Rumiñahui	13,25	0,80	14,06
Cayambe	12,45	1,41	13,86
Puerto Quito	12,65	0,40	13,05
San Miguel de los Bancos	9,84	1,41	11,24
Pedro Moncayo	8,23	1,00	9,24
Pedro Vicente Maldonado	7,63	1,20	8,84
Total	91,16	8,84	100,00

Finalmente, se les preguntó a los encuestados si les gustaría recibir información acerca del correcto manejo de la ceniza volcánica, el 75,50 % respondieron que si le interesaría saber más sobre el tema (Tabla 25).

Tabla 25

¿A usted le interesaría recibir información sobre el correcto manejo de la ceniza volcánica?

Cantones	Si me interesa %	Tal vez %	No me interesa %	Total %
Quito	11,45	2,81	0,80	15,06
Mejía	10,84	3,41	0,40	14,66
Rumiñahui	11,24	2,61	0,20	14,06
Cayambe	9,84	3,82	0,20	13,86
Puerto Quito	9,04	3,41	0,60	13,05
San Miguel de los Bancos	8,84	2,21	0,20	11,24
Pedro Moncayo	7,63	1,00	0,60	9,24
Pedro Vicente Maldonado	6,63	1,61	0,60	8,84
Total	75,50	20,88	3,61	100,00

Conclusiones

Las encuestas realizadas en la provincia de Pichincha muestran que la mayoría de personas han vivido una experiencia de caída de ceniza volcánica, debido a que la provincia se encuentra rodeada de volcanes, los agricultores de esta zona se encuentran en edades promedio entre 35 y 55 años, según su perspectiva el volcanes más peligros del Ecuador es el volcán Cotopaxi y Guagua Pichincha, la emisión de ceniza volcánica contiene variedad de componentes que mejorar el suelo, habrá más organismos, mejora la parte física y química, ayuda al crecimiento de plantas, más nutrientes; la caída de ceniza volcánica afecta en general a todo el ecosistema como cultivos, animales, seres humanos, aire, atmosfera, suelo, agua. Según los agricultores encuestados no comprarían terrenos en zona cercanas a volcanes ya que cuando ha ocurrido la caída de ceniza volcánica debieron dejar de trabajar sus terrenos, al menos una vez. Los agricultores de la zona utilizan la estrategia de remoción ante la caída de ceniza volcánica, el suelo que ha sido afectado por la caída de ceniza volcánica se recupera en más de 5 años dependiendo de la afectación que haya recibido, la población encuesta no tiene conocimiento de proyectos que estudien los efectos de la ceniza en el ecosistema aunque para ellos es muy importante el cuidado del medio ambiente, las autoridades competentes muestran desinterés acerca de promover las buenas prácticas ambientales y según la perspectiva de los encuestados si les interesaría recibir información acerca del correcto manejo de la ceniza volcánica.

Recomendaciones

La caída de ceniza volcánica puede traer consecuencias como irritación en la garganta y afectaciones en las vías respiratorias, los más vulnerables son los niños y adultos mayores, por lo que se recomienda en caso de suscitarse caída de ceniza, alejarse del lugar.

En el caso de los animales domésticos o de granja se recomienda mantenerlos en refugios ya que la exposición excesiva a la ceniza puede causar ceguera e incluso la muerte debido a la intoxicación.

Ante la caída de ceniza se recomienda beber agua embotellada debido a que el agua que está expuesta al medio ambiente puede estar contaminada con distintos metales como cobre, aluminio etc. Ya que estos pueden causar enfermedades crónicas gastrointestinales.

Se recomienda lavar muy bien los alimentos que se encuentran en la intemperie como verduras y frutas ya que estas pueden estar contaminadas por ceniza y ocasionar enfermedades gastrointestinales.

Si tiene la necesidad de salir a la intemperie se recomienda proteger nariz, ojos, boca para evitar que gases tóxicos o ceniza volcánica ingresen a nuestro organismo.

Bibliografía

- Andrade, N. (23 de marzo de 2017). *La Importancia de la Agricultura en nuestro país*. Obtenido de <https://agropecuaria.utn.edu.ec/?p=1091>
- Asamblea. (2008). *Constitucion de la Reapublica*. Obtenido de https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/constitucion_de_bolsillo_final.pdf
- Bablon, M., Quidelleur, X., & Samaniego, P. (2020). *Glass shard K-Ar dating of the Chalupas caldera major eruption*. *Geochronology*.
- Budimán, M., Dian, F., & Kurniatun, H. (2021). Aplicación de ceniza volcánica a las tierras de cultivo: la solución natural sin explotar. *Soil Security*, 2667-0062.
- Buteler, M., Teodoro, S., López, G., & Fernandez, V. (31 de Septiembre de 2011). *Propiedades insecticidas de la ceniza*. Obtenido de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0373-56802011000200001
- Cando, B., Tellez, B., & Vanda, E. (2020). *Naturaleza y vulnerabilidad*. Libro Electrónico.
- Castaño Garrido, C. M. (2002). *Introducción a la metodología de investigación cualitativa*. Obtenido de <https://addi.ehu.es/handle/10810/48130>
- Chejin, S. R. (12 de Marzo de 2021). *Así afecta la caída de ceniza volcánica a los cultivos*. Obtenido de <https://gk.city/2021/03/12/efectos-ceniza-volcanica-cultivos/>
- Comahue, U. N. (16 de Junio de 2015). *Efecto de la ceniza en la vegetacion*. Obtenido de <https://crubweb.uncoma.edu.ar/cms/?p=3877>
- Fernández, M. (24 de octubre de 2021). *Cinco usos de la ceniza volcánica*. Obtenido de <https://www.tiempo.com/noticias/actualidad/cinco-usos-de-la-ceniza-volcanica-desconocidas.html>
- Foundation, V. A. (2021). *¿Cómo afecta una erupción volcánica al medio ambiente y a la salud?* Obtenido de <https://volcanofoundation.org/es/como-le-afecta-una-erupcion-volcanica/>
- Grosfeld, J., & Puntieri, J. (16 de junio de 2015). *Efectos de la ceniza en la vegetacion*. Obtenido de <https://crubweb.uncoma.edu.ar/cms/?p=3877>
- Guevara, C., & Del Carmen, A. (2015). *Estudio de las propiedades de las cenizas del volcan Tungurahua, Ecuador, para identificar los factores que determinan su impacto en suelos y cultivos*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/2078.1/170338>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F: McGraw-Hill.

Hernández, T. (4 de septiembre de 2015). *La ceniza volcánica y sus efectos en la agricultura*.

Obtenido de <https://desdeelsurco.com.ec/2015/09/la-ceniza-y-efectos-a-la-agricultura/>

Hidroponia. (21 de Junio de 2018). *CENIZA VOLCÁNICA PARA LA AGRICULTURA*. Obtenido de <http://hidroponia.mx/ceniza-volcanica-para-la-agricultura/>

INEC. (2020). *Instituto Nacional de de estadística y censo*. Obtenido de

<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>

Instituto Geofísico. (2022). Obtenido de Volcan Cotopaxi: <https://www.igepn.edu.ec/cotopaxi>

Instituto Geofísico. (2022). *Guagua Pichincha*. Obtenido de <https://www.igepn.edu.ec/guagua-pichincha>

Instituto Geofísico. (2023). *¿Qué hacer en caso de Caída de Ceniza?* Obtenido de

<https://www.igepn.edu.ec/que-hacer-ante/una-caida-de-ceniza>

Instituto Geofísico. (2023). *Principal centro de investigación en Ecuador para el diagnóstico y la vigilancia de los peligros sísmicos y volcánicos*. Obtenido de

<https://www.igepn.edu.ec/nosotros>

Lizcano, A., Herrera, M., & Santamarina, J. (2006). SUELOS DERIVADOS DE CENIZAS

VOLCÁNICAS EN COLOMBIA. *Revista Internacional de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil*, 6(2) 167-198.

Lopez, P. (2023). POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO. *SciELO Analytics*,

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012.

López, S., Ferrari, J., & Cremona, V. (2011). *LAS CENIZAS VOLCÁNICAS*. Obtenido de

<https://www.produccion-animal.com.ar/inundacion/67-cenizasysuelos.pdf>

Macedo, L. (2020). *Riesgo de vivir cerca a volcanes activos*. Obtenido de

[https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/2096/1/Macedo-Riesgos_geol%
c3%b3gicos_y_geoparques.pdf](https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/2096/1/Macedo-Riesgos_geol%c3%b3gicos_y_geoparques.pdf)

Minasny, B., Dian Fiantis, Kurniatun Hairiah, & Meine Van Noordwijk. (8 de marzo de 2021).

Aplicación de ceniza volcánica a las tierras de cultivo: la solución natural sin explotar.

Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667006221000034>

- Ministerio del Ambiente. (16 de abril de 2016). *Efectos y consecuencias de las erupciones volcánicas*.
Obtenido de https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/03/ECOCIENCIA_VOL_2.pdf
- Ministerio del Medio Ambiente. (2018). *Educación Ambiental*. Chile: Chile por Alvimpress.
- Moreno, J. (22 de diciembre de 2021). *Los 8 tipos de preguntas que puede incluir en tu encuesta*.
Obtenido de <https://blog.hubspot.es/service/tipos-preguntas-encuestas>
- Mundial, B. (07 de marzo de 2017). *Mujeres en la agricultura*. Obtenido de
<https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2017/03/07/women-in-agriculture-the-agents-of-change-for-the-food-system>
- Pavon, F., & Contreras, D. (Agosto de 2021). *Zonificación de la amenaza por dispersión y caída de ceniza del volcán Guagua Pichincha, Ecuador*. Obtenido de
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-46112021000200103&script=sci_arttext
- Perfectura de Pichincha. (30 de agosto de 2017). *Datos de la Provincia de Pichincha*. Obtenido de
<https://www.pichincha.gob.ec/pichincha/datos-de-la-provincia/95-informacion-general>
- Prefectura de Pichincha. (30 de agosto de 2017). *Datos de la Provincia de Pichincha*. Obtenido de
<https://www.pichincha.gob.ec/pichincha/datos-de-la-provincia/95-informacion-general>
- Ramos. (2023). *¿Qué es el medioambiente y por qué es clave para la vida?* Obtenido de
<https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-medioambiente-y-por-que-es-clave-para-la-vida/>
- Reckziegel, F., Palacios, E., & Viramonte, J. (2020). Ceniza volcánica: Dispersión y caída. Impactos, riesgos y mitigación. *Temas de Biología y Geología del NOA*, 9(3), 72-83.
- Robert, D., Pascale, M., & Alexis, S. (2009). *Alerta volcánica y erupción del volcán Pichincha en Quito (1998-1999)*. Obtenido de <https://journals.openedition.org/bifea/2290>
- Rodríguez, D. (20 de septiembre de 2021). *Cómo afectan las emisiones volcánicas al medio ambiente*. Obtenido de <https://theconversation.com/como-afectan-las-emisiones-volcanicas-de-la-palma-al-medio-ambiente-y-a-la-salud-168407>
- Sánchez, E., Mejía, F., Vizcaino, G., & Cipriani, I. (2017). *Análisis Mineralógico y Multielemental de la ceniza*. Universidad Católica del Ecuador, Quito.

- Santamaría, C. (23 de Septiembre de 2021). *Cómo afectan las erupciones volcánicas a la calidad del agua*. Obtenido de <https://theconversation.com/como-afectan-las-erupciones-volcanicas-a-la-calidad-del-agua-168627>
- Segovia, P. (11 de mayo de 2015). *Posibles efectos de la ceniza volcánica en el suelo y en la vegetación*. Obtenido de Facultad de ciencias forestales: <https://www.forestal.uach.cl/noticias/post.php?s=2015-05-11-posibles-efectos-de-la-ceniza-volcanica-en-el-suelo-y-en-la-vegetacion>
- Serrano, T. (2009). *Complejidad, incertidumbre y vulnerabilidad: el riesgo asociado al volcán Cotopaxi*. Obtenido de <https://journals.openedition.org/bifea/2408>
- Simonetti, P. (2017). *Desastres naturales*. Alfaguara.
- Takahashi, T., & Sadao, S. (Enero de 2002). *Importancia ambiental y agrícola de suelos de ceniza volcánica*. Obtenido de file:///C:/Users/NICOLE%20RAMIREZ/Desktop/TESIS/Documentos/espa%C3%B1ol/Environmental_and_agricultural_significance_of_volcanic_soils.pdf
- Tapia, R., Yáñez Santos, & Cedillo Ramírez. (2006). *Emisión de ceniza volcánica y sus efectos*. Obtenido de <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/434>
- Tierra, E. (2019). *Mega Volcán Chalupas*. Obtenido de <https://ecuadormitierra.com/mega-volcan-chalupas/>
- Tonneijck, Jansen, Nierop, & Verstraten. (Juno de 2010). *Reservas de carbono y la estabilización en suelos de ceniza volcánica en ecosistemas*. Obtenido de Revista europea de ciencia del suelo: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39381667/Towards_understanding_of_carbon_stocks_a_20151023-13222-jvtg9g-libre.pdf?1445640228=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTowards_understanding_of_carbon_stocks_a.pdf&Expires=1658810509&Signature=
- Turot, O., & Lawrence, N. (12 de 2017). *ERUPCIÓN VOLCÁNICA AMBAE*. Obtenido de <https://volcano.si.edu/volcano.cfm?vn=257030>
- UNCO. (15 de Junio de 2015). *Efecto de la ceniza*. Obtenido de <http://crubweb.uncoma.edu.ar/cms/?p=3877>

Zárate, K. C. (2013). *Manual para la Gestión Operativa de las Áreas Protegidas de Ecuador*.

Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/09/Manual-para-la-Gestio%CC%81n-Operativa-de-las-A%CC%81reas-Protegidas-de-Ecuador-finalr.pdf>

Zimanowski, B., Kenneth Wohletz, Pierfrancesco Dellino, & Ralf Buttner. (3 de octubre de 2002). *El problema de las cenizas volcánicas*. EE. UU: EL SEVIER.

Apéndice

Apéndice A. Formato de la encuesta

ENCUESTA "INFLUENCIA DE LA CENIZA VOLCÁNICA SOBRE EL SUELO Y EL ECOSISTEMA" EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA

1.-A que cantón pertenece

- Quito
- Cayambe
- Mejía
- Pedro Moncayo
- Pedro Vicente Maldonado
- Puerto Quito
- Rumiñahui
- San Miguel de los Bancos

2.- Genero

- Femenino
- Masculino

3.- Edad aproximada

- Entre 18 y 35 años
- Entre 35 y 55 años
- Entre 55 y 70 años
- Mayor a 70 años

4.-Nivel de educación

- Indígena
- Mestizo
- Afro ecuatoriano
- Montubio
- Blanco

5.-Nivel de educación

- Primaria
- Secundaria
- Superior
- En curso
- Ninguna

6.- ¿Cuántos años aproximadamente lleva trabajando en la agricultura?**Agricultura**

- Entre 1 a 3 años
- Entre 3 a 6 años
- Entre 6 a 9 años
- Mas de 10 años

7 ¿Cuál considera que es el volcán más peligroso del Ecuador?

- Cotopaxi
- Reventador

- Quilotoa
- Cuicocha
- Cayambe
- Sangay
- Tungurahua
- Pichincha
- Antisana

8.- ¿Cuál cree que es el volcán más peligroso de la provincia de Pichincha?

- El Corazón
- Ilola
- Guagua Pichincha
- Rucu Pichincha
- Pasochoa
- Pichincha
- Sincholagua
- Atacazo
- Illinizas
- Rumiñahui
- Cayambe
- La Viudita
- Ninahuilca
- Sara – Urcu

9.- ¿Qué efecto tiene la ceniza volcánica en el suelo a corto plazo?

- Positivo

- Negativo

10.- La caída de ceniza volcánica afecta a:

- Seres Humanos
- Bosque
- Cultivos
- Suelo
- Aire
- Animales
- Agua

11.- ¿Qué ocurre cuando se incorpora la ceniza volcánica en el suelo?

- Mejora los nutrientes del suelo (lo fertiliza)
- Daña todo el ecosistema
- Habrá más organismos en el suelo
- No ocurre nada
- Mejora la parte física del suelo (estructura)
- Mejora en general el suelo

12.- En caso de mejorar la ceniza al suelo, este lo hace en:

- Corto plazo
- Mediano plazo
- Largo plazo

13.- ¿Cuál considera que es el mejor suelo para la agricultura?

- Faldas de los volcanes
- Alejados de los volcanes
- Laderas del volcán

14.- ¿Usted compraría terrenos cerca o en las faldas de un volcán para implementar un sistema agrícola, ganadero y/o de conservación?

- Si

- No

15. ¿Qué estrategias utiliza después de que ha caído ceniza en sus terrenos?

- Incorpora la ceniza en el suelo
- Riega el suelo
- No realiza ninguna acción
- Remoción de la ceniza

16. ¿Alguna institución le ha capacitado sobre qué hacer frente a una posible erupción volcánica o a la presencia de fumarolas volcánicas?

- Si
- No

17.- Cuándo ha habido caída de ceniza; ¿Usted debió dejar de trabajar sus terrenos?

- Nunca
- 1 vez
- 2 veces
- Más de dos veces

18.- ¿Conoce algún proyecto que estudie el efecto de la ceniza en el suelo y en el ecosistema?

- Si
- No

19.- ¿La ceniza contribuye al control de plagas y enfermedades del suelo?

- Si
- No

20.- ¿Se adiciona humus o fertilizantes para cultivar en las zonas ubicadas en las faldas de los volcanes?

- Si
- No

21.- ¿Le gustaría vivir en las faldas de un volcán?

- Si
- No

22.- ¿Sus familiares o usted han vivido experiencia de caída de ceniza volcánica?

- Si
- No

23.- ¿Cuál ha sido el nivel de afectación por caída de ceniza sobre en el ecosistema?

- Muy afectado
- Medianamente afectado
- Poco afectado

24.- ¿De qué forma ha sido afectado o beneficiado por la caída de la ceniza volcánica?

- Pérdida total del cultivo
- Perdida parcial del cultivo
- Cambios físicos y químicos en el suelo
- No afecta en nada
- Aporta nutrientes al suelo
- Aumenta la fertilidad del suelo

25.- ¿Cómo afecta una erupción volcánica al medio ambiente?

	Muy Afectado	Medianamente afectado	Poco afectado
Alteración de la calidad del aire			
Impacto en la calidad del agua			
Impacto en la calidad del suelo			
Impacto en las infraestructuras públicas			

26.- ¿Proteger el medio ambiente, es importante para Usted?

- Muy importante
- Algo importante
- No muy importante
- Para nada importante

27.- ¿Al principio, el efecto de la acumulación de cenizas y de la lluvia ácida quema la vegetación y deja el suelo inutilizable durante varios meses?

- Si
- No
- Talvez
- No lo se

28.- ¿La mezcla de cenizas volcánicas aumenta la fertilidad de los futuros cultivos, favoreciendo así el crecimiento de las plantas y la cobertura vegetal?

- Si

- No
- Talvez
- No lo se

29.- ¿La ceniza volcánica de qué forma afectan la calidad del aire?

- Variaciones de clima
- Afectación de la atmosfera
- Afectación del suelo
- No afecta en nada
- Produce lluvia ácida

30.- ¿La ceniza volcánica de qué forma afectan la calidad del agua?

- Limita el abastecimiento de agua
- Alto riesgo de contaminación
- Modifica las características del agua (sabor, olor y color).
- No afecta en nada

31.- ¿Cree que la población está capacitada ante una posible erupción volcánica?

- Si
- No

32.- ¿Piensa que existe desinterés en las autoridades de turno acerca de promover las buenas prácticas ambientales?

- Si
- No

33.- ¿Con cuál medio cree que la población se informaría de mejor manera acerca de cómo tratar los fenómenos naturales (erupción volcánica, caída de ceniza)?

- Radio
- Periódico
- Televisión
- Redes sociales
- Charlas o capacitaciones
- Todos los anteriores

34.- ¿Del 1 al 5 cuanto cree que afecta la caída de ceniza volcánica a los animales?

- 1.- Poco Afectado
- 5.- Muy afectado

35.- ¿A usted le interesaría recibir información sobre el correcto manejo de la ceniza volcánica?

- Si me interesa
- Tal vez
- No

Muchas gracias por su respuesta