



Horizonte Sanitario

ISSN: 1665-3262

horizontesanitario@ujat.mx

Universidad Juárez Autónoma de  
Tabasco  
México

Yglesias González, Marisol; Chamizo García, Horacio Alejandro  
Riesgo de padecer enfermedades y síntomas respiratorios asociado a la exposición a  
dióxido de carbono y dióxido de azufre provenientes del volcán Turrialba, Costa Rica.

Universidad de Costa Rica

Horizonte Sanitario, vol. 12, núm. 1, enero-abril, 2013, pp. 7-13

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Villahermosa, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=457845143002>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

**Riesgo de padecer  
enfermedades y síntomas  
respiratorios asociado a la  
exposición a dióxido de carbono  
y dióxido de azufre provenientes  
del volcán Turrialba, Costa Rica.  
Universidad de Costa Rica**

Marisol Yglesias González\*  
Horacio Alejandro Chamizo García.\*\*

**ARTÍCULO ORIGINAL:**

Fecha de recibido:  
07 de diciembre de 2012  
Fecha de aceptación:  
15 de enero de 2013

**DIRECCIÓN PARA RECIBIR  
CORRESPONDENCIA:**

Dr. Horacio Chamizo García. Escuela de Tecnologías en  
Salud de la Facultad de Medicina de la Universidad de  
Costa Rica.  
horacio.chamizo@ucr.ac.cr

\*Licenciada. Investigadora de la Escuela de Tecnologías  
en Salud de la Facultad de Medicina de la Universidad de  
Costa Rica.

\*Doctor. Investigador de la Escuela de Tecnologías en  
Salud de la Facultad de Medicina de la Universidad de  
Costa Rica

**RESUMEN**

El efecto en la salud humana que tienen los gases emanados por volcanes ha sido un tema poco abarcado en Costa Rica. El volcán Turrialba es un aparato volcánico cuya actividad ha sido principalmente de desgasificación, lo cual ha afectado a las comunidades aledañas a esta fuente de contaminación. Algunos de los gases que han incrementado sus concentraciones, son el dióxido de carbono y el dióxido de azufre, los cuales tienen propiedades que afectan la salud respiratoria de quienes se exponen a ellos. El objetivo de esta investigación fue analizar el riesgo de las poblaciones aledañas, a padecer enfermedades y síntomas respiratorios, asociado a la exposición al dióxido de carbono y dióxido de azufre provenientes del volcán Turrialba. Se realizó un estudio epidemiológico de tipo transversal, observacional, descriptivo, analítico y cuantitativo. Con el fin de cumplir con los objetivos, se realizaron encuestas en 8 comunidades, obteniéndose una muestra de 502 personas. Las comunidades entrevistadas fueron: Hacienda La Fuente, La Central, La Silvia, Miravalles, Finca El Retiro, Guayabo Arriba, Las Virtudes y La Alegría, siendo ésta última, la comunidad control. El principal resultado obtenido fue que las poblaciones expuestas al dióxido de carbono y dióxido de azufre emanado por el volcán Turrialba, tienen mayor riesgo de presentar síntomas respiratorios. Específicamente se obtuvo que las personas que habitan en las comunidades aledañas, tienen un mayor riesgo de presentar tos (OR=1,65), molestias en la garganta (OR=1,43), molestias en la nariz (OR=1,94) y sibilancia en presencia de un resfrío (OR=1,95).

**Palabras clave** • Dióxido de azufre, dióxido de carbono, erupciones volcánicas, enfermedades del tracto respiratorio, signos y síntomas respiratorios

**SUMMARY**

The effect on human health produced by the gases emitted by volcanoes has not been a topic widely covered in Costa Rica. The Turrialba volcano is a volcanic system whose activity has been mainly degassing and has affected the communities surrounding this source of pollution. Some of the gases that have increased their concentrations are carbon dioxide and sulfur dioxide. Both gases have properties that affect the respiratory health of those exposed to them. The objective of this research was to

analyze the risk of disease and respiratory symptoms associated to exposure of carbon dioxide and sulfur dioxide from the Turrialba volcano on the surrounding population. A cross-sectional, descriptive, analytical and quantitative epidemiological study was performed. In order to meet the objectives, surveys were conducted in eight communities resulting in a sample of 502 people. The interviewed communities were: Hacienda La Fuente, La Central, La Silvia, Miravalles, Finca El Retiro, Guayabo Arriba, Las Virtudes and La Alegría, the latter being the control community. The main finding was that people exposed to carbon dioxide and sulfur dioxide from the volcano Turrialba had a higher risk of showing respiratory symptoms. More specifically, it was found that people living in the surrounding communities had a higher risk of showing cough (OR = 1.65), sore throat (OR = 1.43), discomfort in the nose (OR = 1.94) and wheezing in the presence of a cold (OR = 1.95).

**Key words:** Sulfur Dioxide, Carbon Dioxide, Volcanic Eruptions, Respiratory Tract Diseases, Respiratory Signs and Symptoms

## INTRODUCCIÓN

El dinamismo inherente de los volcanes, genera emisiones de sustancias capaces de producir alteraciones en un tiempo determinado, en el ambiente y en la salud de los seres humanos que residen en los alrededores de un aparato volcánico activo. La exposición a gases volcánicos, tales como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y dióxido de carbono (SO<sub>2</sub>) está asociada con la aparición de síntomas y enfermedades respiratorias.

El encontrarse en ambientes con gases contaminantes y letales, ha provocado la muerte de personas en varios países. En los últimos veinte años en la región de Lazio, Italia, se ha relacionado la muerte de aproximadamente 10 personas con la exposición a altos niveles de dióxido de carbono<sup>1</sup>. Asimismo, se ha considerado riesgosa su inhalación a corto plazo, ya que puede provocar asfixia. La exposición a CO<sub>2</sub> ha generado defunciones en Japón, Nicaragua, Estados Unidos, Nueva Zelanda, Azores, República Democrática del Congo, entre otros. Por otra parte, en Hawái y Japón se reportó un número pequeño de decesos asociado a altas concentraciones de SO<sub>2</sub>, principalmente en turistas con asma<sup>2</sup>. Asimismo, se encontró un riesgo estadísticamente significativo a padecer síntomas respiratorios agudos en este sitio,

a causa de bajos niveles de SO<sub>2</sub> emitidos posterior a la erupción volcánica del volcán de la isla japonesa Miyakejima<sup>3</sup>. Algunos de los signos presentados fueron: tos, picazón en la garganta, falta de aire, entre otros.

El CO<sub>2</sub> es un gas tóxico para los seres humanos en altas concentraciones. Este contaminante reduce los niveles de oxígeno, por lo que se considera como un gas asfixiante si éste se encuentra en sitios poco ventilados. A concentraciones altas de dióxido de carbono se pueden presentar molestias como irritación de los ojos, nariz y garganta<sup>4</sup>. A concentraciones moderadas, entre 7 y 10%, el dióxido de carbono provoca mareos, vómitos y visión borrosa. Valores de CO<sub>2</sub> que superen el 10%, pueden generar rápidamente pérdida de la conciencia, e incluso producir la muerte del individuo<sup>5</sup>.

Respecto al dióxido de azufre, la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) ha determinado que el SO<sub>2</sub> puede causar dificultad para respirar en personas asmáticas, y a largo plazo puede generar enfermedades respiratorias y agravar problemas del corazón<sup>5</sup>. Algunos de los efectos agudos que produce la exposición a este gas son irritación y constricción de las vías respiratorias, así como molestia en los ojos<sup>2</sup>. Asimismo, el dióxido de azufre es un importante broncoconstrictor desde los primeros minutos de exposición, y sus efectos aumentan conforme hay un incremento de la actividad física<sup>6</sup>.

El objetivo del estudio realizado fue analizar el riesgo de padecer síntomas y enfermedades respiratorias, asociadas a la exposición por la diseminación aérea del dióxido de carbono y dióxido de azufre, provenientes del volcán Turrialba, en las poblaciones aledañas en el año 2010. Esta investigación de tipo observacional y de corte transversal pone a prueba la hipótesis de que la exposición al dióxido de azufre y al dióxido de carbono está asociada a la aparición de sintomatología respiratoria (molestias en la garganta, molestias en la nariz y sibilancia en presencia de un resfrío). Para realizar esta asociación se aplicó un cuestionario epidemiológico a los habitantes de las comunidades expuestas a los gases del volcán Turrialba, en Costa Rica y se compararon los diferentes resultados con una comunidad no expuesta a gases volcánicos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se determinaron las características sociales y de salud de los encuestados de las poblaciones aledañas al volcán Turrialba, así como las condiciones ambientales, se examina la distribución de enfermedades y síntomas respiratorios en la población diana, con base en la presencia de dióxido de azufre y del dióxido de carbono obtenida en mediciones de aire. El estudio fue de prevalencia o transversal por tanto no requirió dar seguimiento a la población diana para estimar la prevalencia de los síntomas y enfermedades respiratorias. Se analizaron de manera conjunta los datos epidemiológicos sobre morbilidad percibida y de carácter sociodemográfico y socioeconómico con las de concentraciones de gases, con el fin de obtener una perspectiva más integrada del problema en estudio.

Algunos de los sesgos identificados que afectan la validez interna del estudio es el de información durante la recolección de datos, ya que las entrevistas fueron realizadas por la propia investigadora en algunos casos; dicho factor no pudo ser controlado. Otros problemas de validez se atribuyen a los sesgos de confusión, de los cuales se identificaron en este estudio: edad, sexo, uso de cocina de leña y uso de varios tipos de cocina, ocupación, condición socioeconómica y el hábito de fumar. La influencia que tienen los factores confusores sobre la relación entre la exposición a gases y los efectos respiratorios fue controlada por medio de un análisis de datos multivariado, con el fin de observar el efecto de las variables.

Se llevó a cabo un censo en donde se entrevistaron a todas las personas que quisieron participar en la investigación. El sesgo de memoria pudo haberse presentado debido al tipo de preguntas que se realizaron en el cuestionario epidemiológico, por lo que se efectuó un cegado simple para que los participantes desconocieran la hipótesis del estudio y del grupo que formaron parte (expuestos o control).

Para disminuir el sesgo en las mediciones de gases se realizó una verificación del medidor de gases antes de ser utilizados en el campo. Los sensores de cada gas tienen un rango de detección que va desde 0 ppm a 20 ppm para dióxido de azufre y de 0 ppm a 20000 ppm para dióxido de carbono.

Para disminuir el error estándar, se intentó aumentar el tamaño de la muestra: se entrevistaron a 502 personas, seleccionada a partir de un muestreo aleatorio simple.

Se trabajó con dos grupos: uno expuesto a los gases del volcán Turrialba y otro no expuesto a ningún tipo de actividad volcánica. El trabajo de campo se realizó durante el mes de noviembre del 2010. Las comunidades con las que se trabajó y que fueron consideradas del grupo expuesto a los gases del volcán Turrialba, fueron las siguientes: La Silvia, La Central, El Retiro, La Fuente, La Esperanza, Guayabo Arriba y Las Virtudes. Se optó por trabajar con varias poblaciones expuestas, ya que el número de habitantes por comunidad era muy reducido como para estudiar solamente una.

El grupo que se utilizó como control fue una comunidad rural donde no hay concentraciones de dióxido de azufre ni de dióxido de carbono en el aire. Se consideró como comunidad no expuesta La Alegría de Siquirres, en Limón, debido a que está localizada hacia el noreste y se estima que no hay influencia de las emisiones del volcán.

Para la selección de las poblaciones expuestas se utilizaron fuentes secundarias. Primero se partió de datos sobre la dirección de los vientos como principal indicador de las comunidades expuestas, utilizando datos del Instituto Meteorológico Nacional (IMN), así como las proyecciones de exposición realizadas por la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE) y los diversos documentos relacionados con el tema que han sido elaborados por el OVSICORI, la Red Sismológica Nacional (RSN) y el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). Una vez escogidas las comunidades, se llevaron a cabo mediciones de gases en cada una de ellas para constatar la presencia de gases.

El cuestionario epidemiológico es el instrumento que se empleó para la recolección de datos. Éste estuvo basado en el formulario ATS-DLD-78 de la American Thoracic Society, el cual fue elaborado para la investigación epidemiológica de enfermedades respiratorias<sup>7</sup>. Para este estudio, la herramienta fue desarrollada con la finalidad de obtener datos relativos a las características personales del entrevistado, de la vivienda, hábitos y estilo de vida, estado de salud, acceso a la atención en salud, historial ocupacional y antecedentes familiares.

Se visitaron todas las casas de las comunidades del presente estudio. En aquellas casas donde no hubo respuesta se intentó regresar, sin embargo por motivos de tiempo no se pudo realizar una segunda visita en la mayoría de los casos. Aunado a esto, hubo también casos en que los sujetos no quisieron participar en el estudio, situación que se observó con mayor frecuencia en el grupo no expuesto.

Posteriormente, se procedió a la recolección de las concentraciones del dióxido de azufre y dióxido de carbono, las cuales fueron tabuladas en una base de datos en Excel. Para los datos de CO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> se utilizó un medidor de gases marca MultiRAE IR Multi-Gas Monitor, modelo PGM-54.

Para el análisis de los resultados se emplearon algunas herramientas estadísticas descriptivas. Primeramente se desarrolló una base de datos con los resultados obtenidos del cuestionario epidemiológico y de las mediciones de los gases, los cuales fueron agrupados por variable y codificados. Se utilizaron las medidas de tendencia central que se consideraron necesarias.

De igual forma, se emplearon las frecuencias absolutas, relativas y acumuladas y se ordenaron en cuadros de frecuencia para las variables analizadas. Se utilizó la desviación estándar y el rango para determinar el grado de “dispersión” de los datos respecto a los valores centrales obtenidos. Para estudiar los riesgos en la salud se utilizó fue el análisis multivariado.

## RESULTADOS

En la siguiente sección se presentan los resultados del análisis de riesgo de presentar síntomas respiratorios obtenidos por medio del análisis multivariado, utilizando ecuaciones de regresión logística. Cabe mencionar que se analizaron los siguientes síntomas: tos, molestias en la garganta, molestias en la nariz y sibilancia en presencia de resfrío. Para este análisis no se estudiaron enfermedades respiratorias ya que se encontraron muy pocos casos.

A continuación se muestran los resultados obtenidos respecto a las variables que generaron mayor riesgo de desarrollar tos.

**Cuadro N° 1. Variables con mayor riesgo de presentar tos**

TOS			
Factor de riesgo	OR	Intervalo de confianza	Valor de p
Zona expuesta	1.66	0.87-3.14	0.124
Zona no expuesta	1.00		
Ingresos mensuales inferiores a 240.000 colones	1.50	0.85-2.64	0.161
Tiempo de vivir en la comunidad entre 10 y 68 años	0.90	0.50-1.61	0.722
Tipo de cocina	1.19	0.78-1.88	0.443
Edad entre los 0-17 años y de 65 en adelante	1.44	0.68-3.15	0.366
Sexo femenino	0.62	0.33-1.14	0.125
Ocupación al aire libre	2.17	0.89-4.78	0.054
Escolaridad igual o inferior a sexto grado	0.47	0.23-0.98	0.038
Práctica de deporte	0.57	0.30-1.09	0.088
Duerme menos de 8 horas	1.01	0.52-1.96	0.977
Estar al aire libre más de 20 horas semanales	0.80	0.43-1.47	0.465
Hábito de fumado	3.46	0.84-14.24	0.085
Mala calidad del servicio de salud	0.62	0.45-1.48	0.505
Antecedentes respiratorios en alguno de los dos padres	0.66	0.33-1.32	0.287
Antecedentes respiratorios en ambos padres	0.72	0.07-7.22	0.782
Presencia de enfermedades de fondo y/o intercurrentes	1.89	0.83-4.28	0.127

Fuente: Elaboración propia, 2011.

En el siguiente cuadro se pueden apreciar los factores de riesgo y sus respectivos datos, para la aparición de

**Cuadro N° 2. Variables con mayor riesgo de presentar molestias en la garganta**

MOLESTIAS EN LA GARGANTA			
Factor de riesgo	OR	Intervalo de confianza	Valor de p
Zona expuesta	1.43	0.74-2.79	0.287
Zona no expuesta	1.00		
Ingresos mensuales inferiores a 240.000 colones	1.47	0.82-2.64	0.198
Tiempo de vivir en la comunidad entre 10 y 68 años	1.04	0.57-1.89	0.910
Tipo de cocina	1.07	0.67-1.71	0.778
Edad entre los 0-17 años y de 65 en adelante	0.44	0.19-1.00	0.050
Sexo femenino	0.73	0.39-1.39	0.337
Ocupación al aire libre	0.64	0.29-1.43	0.277
Escolaridad igual o inferior a sexto grado	0.64	0.41-1.22	0.526
Práctica de deporte	1.09	0.57-2.10	0.788
Duerme menos de 8 horas	0.62	0.31-1.23	0.171
Estar al aire libre más de 20 horas semanales	0.81	0.43-1.52	0.516
Hábito de fumado	0.55	0.13-2.30	0.414
Mala calidad del servicio de salud	1.08	0.59-1.97	0.814
Antecedentes respiratorios en alguno de los dos padres	1.15	0.57-2.32	0.687
Antecedentes respiratorios en ambos padres	1.82	0.24-15.35	0.537
Presencia de enfermedades de fondo y/o intercurrentes	1.46	0.64-3.31	0.371

Fuente: Elaboración propia, 2011.

molestias en la garganta.

En el Cuadro 3 se exponen los resultados de los factores de riesgo asociados a la aparición de molestias en la nariz y sus respectivos datos.

Cuadro N° 3. Variables con mayor riesgo de presentar molestias en la nariz

MOLESTIAS EN LA NARIZ			
Factor de riesgo	OR	Intervalo de confianza	Valor de p
Zona expuesta	1,94	0,97-3,87	0,061
Zona no expuesta	1,00		
Ingresos mensuales inferiores a 240.000 colones	1,36	0,75-2,48	0,317
Tiempo de vivir en la comunidad entre 10 y 69 años	1,08	0,66-2,02	0,800
Tipo de cocina	0,90	0,65-1,47	0,661
Edad entre los 0-17 años y de 65 en adelante	1,49	0,64-3,48	0,350
Sexo femenino	0,66	0,60-1,85	0,900
Ocupación al aire libre	1,93	0,84-4,42	0,119
Escolaridad igual o inferior a sexto grado	0,79	0,39-1,66	0,537
Práctica de deporte	0,52	0,26-1,02	0,058
Duerme menos de 8 horas	1,00	0,49-2,08	0,993
Estar al aire libre más de 20 horas semanales	0,45	0,23-0,88	0,019
Hábito de fumar	0,18	0,02-1,59	0,124
Mal calidad del servicio de salud	1,84	1,03-3,66	0,040
Antecedentes respiratorios en alguno de los dos padres	0,64	0,30-1,38	0,257
Antecedentes respiratorios en ambos padres	0,00	0,00-indefinido	0,999
Presencia de enfermedades de fondo y/o intercurrentes	1,24	0,62-2,96	0,627

Fuente: Elaboración propia, 2011.

Cuadro N° 4. Variables con mayor riesgo de presentar sibilancia en presencia de resfrío

SIBILANCIA CUANDO HAY RESFRIO			
Factor de riesgo	OR	Intervalo de confianza	Valor de p
Zona expuesta	1,95	0,93-4,10	0,079
Zona no expuesta	1,00		
Ingresos mensuales inferiores a 240.000 colones	1,89	0,87-3,26	0,119
Tiempo de vivir en la comunidad entre 10 y 69 años	1,05	0,53-2,09	0,880
Tipo de cocina	1,04	0,61-1,77	0,887
Edad entre los 0-17 años y de 65 en adelante	0,82	0,32-2,07	0,674
Sexo femenino	1,09	0,52-2,29	0,827
Ocupación al aire libre	1,40	0,56-3,50	0,471
Escolaridad igual o inferior a sexto grado	0,79	0,34-1,81	0,576
Práctica de deporte	1,38	0,65-2,96	0,402
Duerme menos de 8 horas	1,20	0,57-2,52	0,635
Estar al aire libre más de 20 horas semanales	0,56	0,27-1,13	0,106
Hábito de fumar	2,48	0,65-9,39	0,182
Mal calidad del servicio de salud	0,93	0,46-1,86	0,840
Antecedentes respiratorios en alguno de los dos padres	0,77	0,34-1,73	0,526
Antecedentes respiratorios en ambos padres	0,00	0,00-indefinido	0,999
Presencia de enfermedades de fondo y/o intercurrentes	1,89	0,77-4,67	0,167

Fuente: Elaboración propia, 2011.

Por último, en el Cuadro 4 se pueden apreciar los resultados del análisis multivariado para los factores de riesgo asociados a la aparición de sibilancia en presencia de resfrío.

DISCUSIÓN

Con base en los cuadros presentados anteriormente, se puede decir que los factores enlistados a continuación produjeron riesgo de presentar síntomas respiratorios dado a que presentaron una OR superior a 1,00 en al menos 3 de los síntomas discutidos anteriormente.

• Habitar en la zona expuesta

El análisis multivariado permite demostrar que los sujetos que habitan en las comunidades aledañas al volcán Turrialba tienen riesgo de desarrollar tos, molestias en la garganta, molestias en la nariz y sibilancia en presencia de resfrío. Los efectos de los gases volcánicos sobre el aparato respiratorio han sido ampliamente estudiados a nivel mundial. Varios artículos científicos han asociado la calidad del aire que respiran las personas que viven en zonas volcánicas activas y el estado de salud respiratoria de las mismas.

En Azores, Portugal, se encontraron altas tasas de incidencia de bronquitis crónica asociada a la exposición crónica a gases sulfurosos<sup>8</sup>. Los investigadores examinaron los datos médicos del grupo expuesto y del no expuesto entre 1991 y el 2001. Se debe rescatar que este artículo investiga la salud respiratoria de los expuestos considerando al menos 10 años de exposición a gases volcánicos. Bajo este contexto, debe tomarse en cuenta que en un lapso similar, la salud de las personas que habitan en las cercanías del volcán Turrialba, podría verse afectada con enfermedades respiratorias por exposición crónica tal y como lo asocia el estudio en Portugal.

Se investigó igualmente, la incidencia del cáncer en Azores durante 1991 y 2001 al examinar las fichas médicas de ese periodo<sup>9</sup>. Uno de los hallazgos fue el alto riesgo de desarrollar esta enfermedad en varios órganos del cuerpo (cavidad oral, faringe, labios, entre otros) por lo que tampoco debe descartarse la aparición en un cierto lapso, de enfermedades más agresivas como el cáncer.

Otras investigaciones sustentan los efectos en la salud que tiene la actividad volcánica al evidenciar una relación entre la exposición a dióxido de azufre y la presencia de síntomas respiratorios agudos similares a los estudiados en esta investigación. El estudio realizado en la isla japonesa Miyakejima, encontró que el grupo expuesto experimentó tos, picazón y dolor en la garganta, así como falta



de aire, demostrando una clara relación exposición/respuesta. Se señala que "hubo riesgos estadísticamente significativos... a concentraciones de SO<sub>2</sub> relativamente bajas"<sup>3</sup>.

Con base en las asociaciones anteriormente descritas, se puede decir que la actividad volcánica tiene el potencial de afectar la salud de las personas que expuestas y el volcán Turrialba no es la excepción. El análisis multivariado permite entrever que este volcán ha acarreado efectos respiratorios en los individuos expuestos a sus emanaciones. A pesar de que los resultados obtenidos están orientados a síntomas, se debe mencionar que este coloso es una amenaza potencial a la salud de la población circundante.

Cabe mencionar que el 5 y 6 de enero del 2010 y el 12 y 18 de enero del 2012 hubo erupciones de ceniza, las cuales podrían repetirse a futuro y acarrear más riesgos a la salud humana aunados a los ya existentes. Las cenizas volcánicas están relacionadas con la aparición de bronquitis y asma, además de exacerbar enfermedades pulmonares crónicas, tal y como sucedió después de la erupción del Monte Santa Elena.<sup>10</sup> Debe tomarse en cuenta que el volcán Turrialba ha mantenido una constante actividad de desgasificación, sin embargo debe hacerse notar que la actividad de los volcanes no es inamovible.

- *Tener ingresos mensuales iguales o inferiores a los 240,000 colones*

Este fue uno de los hallazgos obtenidos en el análisis multivariado y el rango fue delimitado utilizando la mediana de los datos. Esto no quiere decir que aquellos sujetos con salarios superiores estén exentos de enfermar, si no que fue un dato escogido tomando en cuenta el significado de esa medida de tendencia central. Se considera que el nivel de ingresos produce susceptibilidad<sup>11</sup>, por lo que se empleó la mediana como un punto de referencia adecuado. Entradas inferiores a este monto produjeron riesgo de presentar tos, molestias en la garganta y nariz, así como sibilancia en presencia de resfrío.

- *Tener más de 10 años de vivir en la comunidad a la que pertenece el entrevistado*

La evaluación de exposición a sustancias químicas debe contemplar, entre otros factores, el tiempo de exposición al agente. En el caso de esta investigación, se espera que entre mayor sea la duración de la exposición, mayor sea el riesgo. Uno de los hallazgos fue que los sujetos que llevan más tiempo viviendo en la comunidad a la que pertenecen, tienen mayor

riesgo de desarrollar molestias en la garganta, molestias en la nariz y sibilancia en presencia de resfrío.

- *Emplear un tipo de cocina contaminante*

El utilizar cocinas de leña ha sido asociado con la aparición de enfermedades respiratorias, tales como la bronquitis crónica y la EPOC<sup>12</sup>. Este tipo de biomasa desprende humo el cual contiene partículas, gases y aerosoles nocivos para la salud. En la presente investigación se encontró que los hogares en donde se suele utilizar cocina de leña hay riesgo de desarrollar tos, molestias en la garganta y sibilancia cuando hay resfrío.

- *Tener una ocupación que implique estar al aire libre*

Las personas con ocupaciones que requieren mantenerse al aire libre (tales como: agricultores, vaqueros, productores de leche, entre otros) se encuentran en contacto con contaminantes del aire. En el caso de esta investigación dicha variable produce riesgo de tener tos, molestias en la nariz y sibilancia en presencia de resfrío.

- *Presencia de enfermedades de fondo y/o intercurrentes*

Con base en la revisión bibliográfica, muchos autores coinciden en que el tener una condición respiratoria previa o de fondo, hace susceptible al individuo de presentar otros síntomas. Este factor generó riesgo de presentar los 4 síntomas discutidos en el análisis multivariado: tos, molestias en la garganta y nariz y sibilancia en presencia de resfrío.

Cabe destacar que posterior a la revisión bibliográfica realizada para el diseño de esta investigación, se considera que el estado del arte del tema desarrollado se encuentra poco abordado a nivel de Costa Rica. Lo anterior debido a que el volcán Turrialba se mantuvo inactivo por casi 150 años<sup>13</sup> y no se tenía conocimiento alguno sobre las implicaciones a la salud pública que la actividad de este coloso podría tener. Este estudio realiza un primer acercamiento hacia los posibles impactos a la salud asociados a la exposición a los gases de este volcán.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores reconocen el apoyo brindado por el Consejo Nacional de Rectores (CONARE), la Escuela de Tecnologías

en Salud de la Facultad de Medicina de la Universidad de Costa Rica, M.Sc. Xinia Alvarado Zeledón y Licda. Ingrid Behm Ammazini.

## Bibliografía

1. Beaubien, S.E., Ciotoli, G., & Lombardi, S. (2003). Carbon dioxide and radon gas hazard in Alban Hills area (central Italy). *Journal of Volcanology and Geothermal Research.*, 123, 63-80.
2. Hansell, A. (2004). Health Hazards from Volcanic Gases: A Systematic Literature Review. *Archives of Environmental Health.*, 59, (12), 628-639
3. Ishigami, A., Kikuchi, Y., Iwasawa, S., Noshiwaki, Y., Takebayashi, T., Tanaka, S., & Omae, K. (2008). Volcanic sulfur dioxide and acute respiratory symptoms on Miyakejima Island. *Occup Environ Med.*, 63 (2), 149-156.
4. Witham, C. (2005). *Volcanic Gases and Aerosols Guidelines*. Durham: IVHHN.
5. Environmental Protection Agency (2009). Sulfur Dioxide: Health and Environmental Impacts of SO<sub>2</sub>. Obtenido el 21 de junio de 2009, desde <http://www.epa.gov/air/urbanair/so2/hlth1.html>
6. Zeledón, X. (2006). Impacto en la salud ambiental por efecto de emisiones de dióxido de azufre del Volcán Arenal, en la población de la Fortuna de San Carlos. *Revista Costarricense de Salud Pública.*, 15 (29), 25-34
7. American Thoracic Society (s.f.). Recommended Respiratory Disease Questionnaires for Use with Adults and Children in Epidemiological Research. Extraído el 09 de noviembre del 2009 desde <http://www.thoracic.org/sections/publications/statements/pages/archive/rrdquacer.html>
8. Amaral, A., & Rodrigues, A. (2006). Chronic exposure to volcanic environments and chronic bronchitis incidente in the Azores, Portugal. *Environmental Research*, 103, 419-423.
9. Amaral, A., Rodrigues, V., Oliveira, J., Pinto, C., Carneiro, V., Sanbeto, R., Cunha, R., & Rodrigues, A. (2006). Chronic exposure to volcanic environments and cancer incidence in the Azores, Portugal. *Science of the Total Environment*, 367, 123-128.
10. Baxter, P., Ing, R., Falk, H., & Plikaytis, B. (1983) Mount St. Helens Eruption: The Acute Respiratory Effects of Volcanic Ash in a North American Community. *Archives of Environmental Health*, 38 (3), 138-143.
11. Donoso, E. (2004) Desigualdad en mortalidad infantil entre las comunas de la provincia de Santiago. *Rev Méd Chile*; 132 (4), 461-466.
12. Pérez-Padilla, JR; Regalado, J; Vedal, S; Paré, P; Chapela, R; Sansores, R et al. (1996) Exposure to biomass smoke and chronic airway disease in Mexican women: A case-control study. *American Journal of Respiratory and Critical Medicine*, 154 (3), abstract.
13. Alvarado, G. (2000). *Los volcanes de Costa Rica: geología, historia y riqueza natural* (segunda edición). San José, Costa Rica: EUNED.