

# Asociación entre alteraciones

## respiratorias y espirométricas con la exposición inhalatoria crónica de las cenizas del volcán Tungurahua

### *Association between spirometric and respiratory alterations with the chronic inhalation exposure of the ashes of the Tungurahua volcano*

Andrea Carolina Cifuentes Moreira, MD<sup>1\*</sup>, Luis Alberto Alvarado Aguirre, MD, MgSc<sup>1,2</sup>, Alexander Ramiro Naranjo Noboa, MD<sup>3</sup>, Carolina Elizabeth Naranjo Noboa, BSc<sup>4</sup>, Andrea Karina Acosta Preciado, MD<sup>1,5</sup>, Frank David Chamba Vozmediano, MD<sup>6</sup>.

<sup>1</sup> Médico General. Universidad de las Américas. Cantón Quito. Provincia Pichincha. República del Ecuador

<sup>2</sup> Magister en investigación, desarrollo y control de medicamentos. Universidad Autónoma de Barcelona (UAB). España.

<sup>3</sup> Médico General. Universidad Tecnológica Equinoccial. Cantón Quito. Provincia Pichincha. República del Ecuador.

<sup>4</sup> Estudiante de Medicina. Universidad de las Américas. Cantón Quito. Provincia Pichincha. República del Ecuador

<sup>5</sup> Médico General. Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. Hospital "Carlos Andrade Marín". Cantón Quito. Provincia Pichincha. República del Ecuador.

<sup>6</sup> Médico General. Ministerio de Salud Pública del Ecuador. Hospital Eugenio Espejo. Cantón Quito. Provincia Pichincha. República del Ecuador.

\*Autor de Correspondencia: Andrea Carolina Cifuentes Moreira, MD. Universidad de las Américas. Cantón Quito. Provincia Pichincha. República del Ecuador. Teléfono: +593 984650060; e-mail: accm\_28@hotmail.es

## Resumen

148

**Introducción:** La exposición a ceniza volcánica aumenta el riesgo de alteraciones respiratorias y predisposición para patologías como asma bronquial, sin embargo en nuestra localidad no existen suficientes estudios que evalúen el comportamiento de las variables respiratorias según la exposición a cenizas volcánicas, lo que motivó a la realización del presente estudio para evaluar los parámetros espirométricos en relación a la exposición a cenizas del volcán Tungurahua, ubicado en Ecuador.

**Materiales y Métodos:** Se realizó un estudio caso control realizado en 218 sujetos (expuestos a cenizas del volcán Tungurahua: n=115; no expuestos a cenizas del volcán Tungurahua: n=103). Se determinaron parámetros espirométricos a todos los sujetos. Se realizó un modelo de regresión logística para la estimación de odds ratio (IC95%) para alteraciones espirométricas ajustado por sexo, edad, ocupación, nivel educativo, temperatura de la región, exposición a cenizas. Se consideraron resultados estadísticamente significativos cuando  $p < 0,05$ .

**Resultados:** Se encontró una asociación estadísticamente significativa entre la exposición a cenizas y el antecedente de asma bronquial, así como con el patrón espirométrico ( $\chi^2=6,102$ ;  $p=0,047$ ). El 1% de los sujetos no expuestos presentó alteraciones espirométricas comparado al 7,8% en los sujetos expuestos a cenizas del volcán Tungurahua. La exposición a cenizas presentó 10,28 veces más probabilidades de presentar alteraciones espirométricas con respecto a la ausencia de exposición (OR=10,23; IC95%: 1,15–50,57;  $p=0,03$ ).

**Conclusiones:** La exposición a cenizas del volcán Tungurahua aumenta la probabilidad de presentar alteraciones espirométricas así como patologías respiratorias, por lo tanto se recomienda la realización de mayor cantidad de estudios que contribuyan a disminuir la incidencia de las patologías respiratorias en los pueblos expuestos.

**Palabras clave:** Espirometría, alteraciones respiratorias, asma bronquial, cenizas volcánicas.

## Abstract

**Introduction:** Exposure to volcanic ash increases the risk of respiratory alterations and predisposition for pathologies such as bronchial asthma, however in our locality there are not enough studies that evaluate the behavior of respiratory variables according to exposure to volcanic ash, which motivated the realization of the present study to evaluate the spirometric parameters in relation to the ash exposure of the Tungurahua volcano, Ecuador.

**Materials and Methods:** A control case study was conducted in 218 subjects (exposed to ash from the Tungurahua volcano: n=115, not exposed to ash from the Tungurahua volcano: n=103). Spirometric parameters were determined for all subjects. A logistic regression model was used to estimate the odds ratio (95% CI) for spirometric alterations adjusted by sex, age, occupation, educational level, temperature of the region, exposure to ashes. Statistically significant results were considered when  $p < 0.05$ .

**Results:** A statistically significant association was found between the ash exposure and the history of bronchial asthma, as well as the spirometric pattern ( $\chi^2 = 6.102$ ,  $p = 0.047$ ). The 1% of the unexposed subjects presented spirometric alterations compared to 7.8% in the subjects exposed to the ashes of the Tungurahua volcano. Exposure to ashes was 10.28 times more likely to present spirometric alterations with respect to the absence of exposure (OR = 10.23, 95%CI: 1.15-50.57,  $p = 0.03$ ).

**Conclusions:** Exposure to ash from the Tungurahua volcano increases the probability of presenting spirometric alterations as well as respiratory pathologies, therefore it is recommended to carry out more studies that contribute to reduce the incidence of respiratory pathologies in the exposed villages.

**Key words:** Spirometry, respiratory alterations, bronchial asthma, volcanic ash.

## Introducción

La emisión de sustancias producidas por la actividad volcánica se considera un origen natural de contaminación atmosférica, de hecho, a lo largo de los años ha sido bien documentado los efectos perjudiciales que esta representa para el ecosistema<sup>1</sup>. Sin embargo, la especie humana no escapa de estas consecuencias adversas, siendo su principal expresión los efectos sobre la salud respiratoria de las comunidades más cercanas<sup>2</sup>.

Las comunidades expuestas a cenizas y gases volcánicos tienen repercusiones variables sobre su salud, desde efectos agudos y reversibles en sujetos sanos hasta enfermedades respiratorias crónicas y graves, incluso con desenlace fatal en caso de exposiciones masivas por riesgo de asfixia. Estas consecuencias dependen de diversos factores, tales como la intensidad y duración de la exposición, características topográficas y condiciones meteorológicas de la zona<sup>3</sup>.

Durante la actividad volcánica la emanación de gases tóxicos, tales como dióxido de carbono, ácido sulfhídrico, ácido fluorhídrico, dióxido de azufre, sílice, entre muchos otros que han sido identificados, se señalan como principales responsables de las alteraciones del sistema respiratorio, entre las cuales destacan la broncoconstricción, amplificación de la respuesta inflamatoria, descenso de los niveles del complemento, silicosis y carcinogénesis. No obstante, los efectos espirométricos también han sido documentados, destacando la disminución en el flujo espiratorio forzado (VEF)<sup>4</sup>.

Presentar ante la comunidad científica los riesgos para la salud asociados a la emisión de ceniza volcánica permitirá establecer estrategias de promoción y prevención destinadas a mitigar los riesgos de la actividad volcánica, es por ello que el objetivo de esta investigación es determinar los efectos sobre la salud respiratoria de las comunidades de Pillate, Manzano y Choguntus expuestas a la inhalación de ceniza del volcán Tungurahua.

## Materiales y metodos

### Diseño de Estudio

Se realizó un estudio caso control realizado en 218 sujetos (expuestos a cenizas del volcán Tungurahua: n=115; no expuestos a cenizas del volcán Tungurahua: n=103). Para la estimación del tamaño muestral se tomó el total poblacional de sujetos habitantes en las regiones expuestas a las cenizas del volcán Tungurahua en Ecuador pertenecientes a las comunidades de Chuguntus, Pillate, El Manzano cuyo total poblacional fue de 2370 habitantes, partiendo de esto se aplicó la fórmula de Sierra Bravo para determinar el tamaño muestral, con un intervalo de confianza del 99% y un error muestral del 7,5% para una muestra de 115 individuos. Durante el año de 2015 se seleccionaron aleatoriamente 115 sujetos de las comunidades de Chuguntus, Pillate y El Manzano (expuestos o casos) y 115 sujetos no expuestos pertenecientes a la comunidad de Baños (no expuestos, o grupo control), sin embargo 8 sujetos abandonaron el estudio obteniéndose una muestra control final de 103 sujetos. Los criterios de inclusión, fueron individuos que hayan vivido en la zona no menos de 5 años, y área geográfica de menos de 20.000 km a la redonda del volcán Tungurahua, individuos mayores de 10 años y que hayan aceptado y firmado el consentimiento informado.

### Evaluación de los individuos

A todos los individuos se les realizó la medición de la VEF1 (volumen espiratorio forzado al primer segundo), el cual se realizó mediante espirómetro manual portátil marca "Micro-life PF 100 Peak Flow Meter for Spirometry with FEV1" la medición de la relación VEF1/CVF (capacidad vital forzada) también se realizó a los 238 participantes del estudio, lo cual permitió conocer si el sujeto tenía un patrón obstructivo o restrictivo. Las mediciones se realizaron en las comunidades de Chuguntus, Pillate, El Manzano (casos) y Baños (controles).

## Análisis de Datos

Los datos recogidos se evaluaron mediante el programa estadístico SPSS, versión 15. Las variables cualitativas fueron representadas como frecuencias absolutas y relativas (porcentajes). Las asociaciones fueron establecidas mediante la prueba de chi cuadrado de Pearson. Se realizó un modelo de regresión logística para determinar la alteración espirométrica ajustado por sexo, edad, ocupación, nivel educativo, temperatura de la región, exposición a cenizas; para la obtención de odds ratio (OR) con sus respectivos intervalos de confianza al 95% (IC95%). Los resultados se consideraron como significativos cuando el valor de  $p < 0,05$ .

## Resultados

La muestra total estuvo conformada por 218 sujetos, de los cuales 115 estuvieron expuestos a cenizas y 103 no estuvieron expuestos de manera significativa (muestra control). El 51,8% ( $n=113$ ) fueron mujeres y el 48,2% ( $n=105$ ) hombres. La edad más frecuente fue la del grupo de 10 a 20 años con un 32,1% ( $n=70$ ). Las características sociodemográficas se encuentran presentadas en la **Tabla 1**.

**Tabla 1. Características generales de la población estudiada según la exposición a la inhalación crónica de cenizas del Volcán Tungurahua - Ecuador, 2015.**

Variables sociodemográficas	Sin exposición a cenizas		Expuesto a cenizas		Total	
	n	%	n	%	n	%
<b>Sexo</b>						
Femenino	53	51,5	60	52,2	113	51,8
Masculino	50	48,5	55	47,8	105	48,2
<b>Grupos etarios (años)</b>						
10-20	40	38,8	30	26,1	70	32,1
21-40	24	23,3	27	23,5	51	23,4
41-60	15	14,6	34	29,6	49	22,5
61-80	17	16,5	18	15,7	35	16,1
81 y más	7	6,8	6	5,2	13	6,0
<b>Ocupación</b>						
Agrícola	41	39,8	67	58,3	108	49,5
Comerciante	14	13,6	4	3,5	18	8,3
Oficios del Hogar	36	35,0	18	15,7	54	24,8
Otros	12	11,7	26	22,6	38	17,4
<b>Estado civil</b>						
Soltero	37	35,9	33	28,7	70	32,1
Casado	27	26,2	27	23,5	54	24,8
Unión Libre	37	35,9	51	44,3	88	40,4
Viudo	2	1,9	4	3,5	6	2,8
<b>Nivel educativo</b>						
Sin Instrucción	33	32,0	41	35,7	74	33,9
Primaria	62	60,2	63	54,8	125	57,3
Secundaria	8	7,8	11	9,6	19	8,7
<b>Total</b>	<b>103</b>	<b>100,0</b>	<b>115</b>	<b>100,0</b>	<b>218</b>	<b>100,0</b>

Se encontró una asociación estadísticamente significativa entre la exposición a cenizas y el antecedente de asma bronquial ( $\chi^2=7,716$ ;  $p=0,005$ ), siendo la prevalencia de asma bronquial en la comunidad no expuesta de 1,0% ( $n=1$ ); comparado a 9,6% ( $n=11$ ) en la comunidad expuesta. Se encontró una asociación significativa en el patrón espirométrico y la exposición a cenizas ( $\chi^2=6,102$ ;  $p=0,047$ ). Los sujetos expuestos a cenizas mostraron una mayor prevalencia de patrón obstructivo leve de 4,3% ( $n=5$ ) con respecto al 1,0% encontrado en los individuos sin exposición, asimismo los sujetos expuestos mostraron un 3,5% ( $n=4$ ) de patrón restrictivo mientras que los sujetos sin exposición no presentaron ningún caso (0%), **Tabla 2**.

**Tabla 2. Comportamiento de las alteraciones espirométricas según la exposición a la inhalación crónica de cenizas del Volcán Tungurahua - Ecuador, 2015.**

Alteración espirométrica	Sin exposición a cenizas		Expuesto a cenizas		Total		$\chi^2 (p)^*$
	n	%	n	%	n	%	
<b>Tipo de patrón espirométrico</b>							6,102 (0,047)
Normal	102	99,0	106	92,2	208	95,4	
Patrón Obstructivo Leve	1	1,0	5	4,3	6	2,8	
Patrón Restrictivo	0	0	4	3,5	4	1,8	
<b>Total</b>	<b>103</b>	<b>100,0</b>	<b>115</b>	<b>100,0</b>	<b>218</b>	<b>100,0</b>	

\*Chi cuadrado. Asociación estadísticamente significativa cuando  $p < 0,05$ ;  
\*\* Prueba Z de proporciones; NS: No significativo.

El modelo de regresión logística ajustado por sexo, edad, ocupación, nivel educativo, temperatura de la región y exposición a cenizas, mostró que la edad y la exposición a cenizas fueron las variables que mostraron mayor influencia para las alteraciones espirométricas. Los sujetos con edad mayor o igual a 61 años mostraron un riesgo significativo para alteraciones espirométricas con respecto a los sujetos de 10 a 60 años (OR: 8,41; IC 95%: 1,80 – 39,23;  $p < 0,01$ ). Por su parte la exposición a cenizas presentó 10,28 veces más riesgo de alteraciones espirométricas con respecto a no estar expuestos (OR=10,23; IC 95%: 1,15 – 50,57;  $p=0,03$ ), **Tabla 3**.

**Tabla 3. Modelo de regresión logística de factores de riesgo para alteraciones espirométricas.**

	Odds Ratio crudo (IC 95% <sup>a</sup> )	p <sup>b</sup>	Odds Ratio ajustado <sup>c</sup> (IC 95%)	p
<b>Sexo</b>				
Femenino	1,00	-	1,00	-
Masculino	0,70 (0,19 - 2,57)	0,59	0,657 (0,16 - 2,66)	0,55
<b>Grupos Etarios</b>				
10 a 60 años	1,00	-	1,00	-
≥ 61 años	5,92 (1,60 - 21,96)	<0,01	8,41 (1,80 - 39,23)	<0,01
<b>Ocupación actual</b>				
Agrícola	1,00	-	1,00	-
Comerciante	1,06 (0,54 - 2,06)	0,85	0,82 (0,34 - 1,99)	0,67
Oficios del hogar	0,55 (0,11 - 2,76)	0,47	0,49 (0,72 - 3,36)	0,47
Otros	0,39 (0,04 - 3,27)	0,38	0,31 (0,03-3,36)	0,34
<b>Nivel educativo</b>				
Sin instrucción	1,00	-	1,00	-
Primaria	0,27 (0,06 - 1,15)	0,07	0,25 (0,05 - 1,24)	0,09
Secundaria	0,63 (0,07 - 5,56)	0,67	0,89 (0,09 - 8,96)	0,92
<b>Temperatura de la región</b>				
21,5 ° C	1,00	-	1,00	-
19,5 ° C	1,26 (0,34 - 4,60)	0,72	1,22(0,27 - 5,40)	0,79
<b>Exposición a cenizas</b>				
Sin exposición	1,00	-	1,00	-
Expuesto	8,66 (1,07 - 44,58)	0,04	10,28 (1,15 - 50,57)	0,03

a Intervalo de Confianza (95%), b Nivel de significancia. c Ajuste por: sexo, edad, ocupación, nivel educativo, temperatura de la región, exposición a cenizas.

## Discusión

El interés por los efectos sobre la salud debido a la inhalación de ceniza volcánica se ha incrementado en las últimas décadas y han sido realizados varios estudios en poblaciones afectadas por las erupciones<sup>2,5-9</sup>. Existen varios factores que intervienen en los efectos de la ceniza volcánica sobre la salud, el primero de ellos es la concentración y el tamaño de las partículas inhaladas, generalmente las partículas más finas son capaces de penetrar profundamente en los pulmones y las más gruesas afectan las vías respiratorias superiores. La segunda cuestión de relevancia es la composición mineralógica, particularmente el contenido de sílice libre y la tercera son las propiedades de la superficie, especialmente el contenido de hierro, cuya mayor concentración resulta en la generación de mayores radicales libres en los estudios toxicológicos<sup>10,11</sup>.

Las manifestaciones respiratorias agudas observadas incluyen irritación de nariz y garganta, aumento de la tos, dificultad para respirar, opresión en el pecho, sibilancias, exacerbaciones agudas de asma y bronquitis<sup>12,13</sup>. La inhalación de ceniza fina también puede exacerbar otras enfermedades de base, como enfermedades pulmonares o cardíacas crónicas<sup>2,6</sup>. En el presente estudio se encontró asociación significativa con mayor frecuencia de asma bronquial. Un estudio publicado de Nueva Zelanda evidenció que en 1996 la caída de ceniza volcánica difusa desde el Monte Ruapehu pudo haber contribuido al aumento de la mortalidad observada en el período de tiempo después de la caída de ceniza en la ciudad de Hamilton es decir a 166 kilómetros del volcán<sup>14</sup>.

El conocimiento actual sobre los efectos respiratorios de ceniza volcánica se puede comparar con la información disponible sobre los efectos respiratorios del ataque al World Trade Center en la ciudad de Nueva York el 11 de septiembre de 2001 (15). En este hecho se produjo una enorme nube de polvo con la exposición aguda y luego de varios meses de exposición a la quema del rublo y el polvo durante el proceso de limpieza, siendo los efectos agudos tos, disnea y congestión nasal. Los bomberos tuvieron una disminución significativa en los valores de la espirometría, se hallaron valores en rango normal-bajo así como una capacidad vital forzada baja<sup>15</sup>. Sin embargo, sería cuestionable asegurar que el evento ocurrido en el World Trade Center ha tenido más secuelas en la función pulmonar en relación a la ceniza volcánica o es que este grupo poblacional ha sido estudiado más que cualquier población que haya estado expuesta a la ceniza volcánica, sugiriéndose mayor cantidad de estudios en relación al tema.

En el presente estudio se encontró un 4,6% de alteraciones espirométricas, lo cual mostró una asociación estadísticamente significativa en relación con la exposición a las cenizas volcánicas. Asimismo la exposición a cenizas presentó un riesgo significativo de 10,28 veces para una espirometría alterada. En Ecuador pocos estudios se han reportado, sin embargo el volcán Tungurahua comenzó una erupción en septiembre de 1999, la caída de ceniza importante se produjo en octubre de 1999, lo que provocó la evacuación de 26.000 personas de la zona rural a favor del viento del volcán. El Ministerio de Salud de Ecuador comparó la incidencia de enfermedad respiratoria después de la erupción con los datos de años anteriores. Los resultados indicaron que la incidencia de infecciones del tracto respiratorio superior e inferior fue más del doble entre los dos periodos de estudio<sup>16,17</sup>. Por otra parte, la actividad del volcán Guagua Pichincha comenzó a escalar en 1998 y dos lluvias de cenizas de tamaño moderado se produjeron en Quito el 5 de octubre y 25 de noviembre de 1999. Un estudio epidemiológico mostró un incremento en las enfermedades respiratorias agudas del estado de salud en Quito durante este período<sup>18</sup>.

En un estudio realizado por Rojas y colaboradores quienes estudiaron durante 7 meses a la población expuesta a las cenizas del volcán Popocatepetl (México) en 1994 y 1995,

se reportó una disminución significativa de la capacidad vital forzada (FVC) y el VEF1 al momento de la erupción, cuyos hallazgos consideraron agudos puesto que 7 meses después se incrementaron los valores de FVC y VEF1 se incrementaron hasta valores normales, lo que indica la hipótesis de que la exposición a cenizas volcánicas está asociada con una inflamación reversible de las vías aéreas<sup>19</sup>. Estos resultados similares fueron reportados en un estudio prospectivo de cohorte a 4 años de la erupción del volcán St. Helens<sup>20</sup>. No obstante, un número reducido de autores no han evidenciado asociación en las funciones espirométricas y la exposición a las cenizas<sup>21</sup>.

Ante estos hallazgos que sugieren una disminución de la VEF1 de manera tardía, se demuestra un componente de inflamación crónica posterior a la exposición a cenizas por lo que se deben realizar mayor cantidad de estudios prospectivos que evalúen el comportamiento de los parámetros de función respiratoria ante la exposición crónica de cenizas volcánicas y el impacto que tiene en la calidad de vida de los individuos que habitan en estas comunidades. También se debe aumentar la educación comunitaria en relación a los efectos de la exposición de la ceniza volcánica a fin de concientizar el control más temprano de los síntomas respiratorios por parte del sistema de salud, para identificar de manera precoz y oportuna la reducción de función respiratoria de los sujetos expuestos.

## Referencias

- Rivera-Tapia A, Yañez-Santos A, Cedillo-Ramirez L. Emisión de ceniza volcánica y sus efectos. *Ecosistemas* 2005; 14 (3): 107-115.
- Horwell CJ, Baxter PJ. The respiratory health hazards of volcanic ash: a review for volcanic risk mitigation. *Bull Volcanol.* 2006;69: 1–24.
- Sierra-Vargas M. Las cenizas, gases volcánicos y la salud respiratoria. *Neumol Cir Torax* 2012; 71(2):132-138.
- Grob E, Oyarzún M, Cavieres I, et al. ¿Son las cenizas volcánicas un riesgo para la salud respiratoria? Revisión a propósito de la erupción del cordón del Cauale en junio de 2011. *Rev Chil Enf Respir* 2012; 28: 294-302.
- Small C, Naumann T. Holocene volcanism and the global distribution of human population. *Environ Hazards.* 2001;3: 93–109.
- Hansell AL, Horwell CJ, Oppenheimer C. The health hazards of volcanoes and geothermal areas. *Occup Environ Med.* 2006;63: 149–56.
- Hansell A, Oppenheimer C. Health hazards from volcanic gases: a systematic literature review. *Arch Environ Health.* 2004;59: 628–39.
- Baxter PJ. Medical effects of volcanic eruptions. *Bull Volcanol.* 1990;52: 532–44.
- Weinstein P, Cook A. Volcanic emissions and health. In: Komatina MM, editor. *Medical Geology: Effects of Geological Environments on Human Health. Developments in Earth and Environmental Sciences Series.* Amsterdam, Elsevier Science, 2005: 203–26.
- Davies SM, Larsen G, Wastegard S, et al. Widespread dispersal of Icelandic tephra: how does the Eyjafjall eruption of 2010 compare to past Icelandic events? *J Quat Sci.* 2010;5: 605–11.
- Sigmundsson F, Hoskuldsson A. Develop instruments to monitor volcanic ash fallout. *Nature.* 2010;466: 28.
- Donovan AR, Oppenheimer C. The 2010 Eyjafjallajökull eruption and the reconstruction of geography. *Geogr J.* 2010; 1–8.
- Gudmundsson MT, Larsen G, Hoskuldsson A, Gylfason AG. Volcanic hazards in Iceland. *Jökull.* 2008;58: 251–68.
- Newnham RM, Dirks KN, Samaranyake D. An investigation into long-distance health impacts of the 1996 eruption of Mt Ruapehu, New Zealand. *Atmos Environ.* 2010;44: 1568–78.
- Rom WN, Reibman J, Rogers L, Weiden MD, Oppenheimer B, Berger K, Goldring R, Harrison D, Prezant D. Emerging exposure and respiratory health: World Trade Center dust. *Proc Am Thorac Soc.* 2010;7:142–5.
- OPS (2000) Erupciones volcánicas y protección de la salud. Organization Panamerica de la Salud, Quito, Ecuador.
- Tobin GA, Whiteford LM (2001) Children's health characteristics under different evacuation strategies: the eruption of Mount Tungurahua, Ecuador. In: *Applied Geography Conference*, 24, pp 183–191.
- Naumova EN, Yepes H, Griffiths JK, Sempértegui F, Khurana G, Jagai JS, Játiva E, Estrella B. Emergency room visits for respiratory conditions in children increased after Guagua Pichincha volcanic eruptions in April 2000 in Quito, Ecuador observational study: time series analysis. *Environ Health.* 2007;6: 21.
- Rojas-Ramos M, Catalan-Vazquez M, Martin-Del Pozzo AL, Garcia-Ojeda E, Villalba-Caloca J, Perez-Neria J. A Seven Months Prospective Study of the Respiratory Effects of Exposure to Ash from Popocatepetl Volcano, Mexico. *Environmental Geochemistry and Health* 2001 23 (4): 379-392.
- Buist AS, Vollmer WM, Johnson LR, Bernstein RS, McCamant LE. A four-year prospective study of the respiratory effects of volcanic ash from Mt. St. Helens. *Am Rev Respir Dis.* 1986 Apr;133(4):526-34.
- Benítez S, Sobrino E, Calandrelli M, Gutiérrez L, Irazola V, Rubinstein A. Efectos de la ceniza volcánica sobre la función pulmonar en una cohorte de personas mayores de 45 años en Bariloche (Argentina). *RAMR* 2014;4:411-416.

Manuel Velasco (Venezuela) **Editor en Jefe** - Felipe Alberto Espino Comercialización y Producción  
Reg Registrada en los siguientes índices y bases de datos:

**SCOPUS**, EMBASE, Compendex, GEOBASE, EMBiology, Elsevier BIOBASE, FLUIDEX, World Textiles,

**OPEN JOURNAL SYSTEMS (OJS)**, REDALYC (Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal),

**Google Scholar**

LATINDEX (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal)

LIVECS (Literatura Venezolana para la Ciencias de la Salud), LILACS (Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud)

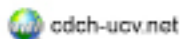
PERIÓDICA (Índices de Revistas Latinoamericanas en Ciencias), REVENCYT (Índice y Biblioteca Electrónica de Revistas Venezolanas de Ciencias y Tecnología)

SABER UCV, DRJI (Directory of Research Journal Indexing)

CLaCaLIA (Conocimiento Latinoamericano y Caribeño de Libre Acceso), EBSCO Publishing, PROQUEST



Esta Revista se publica bajo el auspicio del  
Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico  
Universidad Central de Venezuela.



cdch-ucv.net



publicaciones@cdch-ucv.net

[www.revistahipertension.com.ve](http://www.revistahipertension.com.ve)

[www.revistadiabetes.com.ve](http://www.revistadiabetes.com.ve)

[www.revistasindrome.com.ve](http://www.revistasindrome.com.ve)

[www.revistaavft.com.ve](http://www.revistaavft.com.ve)