



"Impacto y consecuencias de la caída de cenizas volcánicas"

# **PELIGROS DE LAS CENIZAS VOLCÁNICAS PARA LA SALUD**

**Malargüe**

**02 de noviembre de 2011**

**Prof. Mg. Sergio Saracco**  
**Médico Toxicólogo**

# Volcanes

- Los volcanes son parte de nuestro mundo y su actividad es una fuente natural de contaminación.
- El 10% de la población del mundo vive en zonas donde existen volcanes potencialmente activos
- Su actividad representa riesgos ciertos para ecosistemas y población humana ubicada en zonas de influencia.



# Volcanes

**¿Cuáles son los riesgos más importantes para la salud?**



# Volcanes

- Considerar los riesgos volcánicos ha tomado importancia debido a los efectos que se relacionan con la contaminación de la atmósfera, el impacto en los ecosistemas y principalmente por los efectos adversos que puede condicionar en la salud.
- Dentro de estos riesgos no sólo se incluye la erupción de una montaña y el derramamiento de lava asociado, sino también, la emisión de ceniza y gases.
  - Los gases liberados principalmente son: vapor de agua, dióxido de carbono, dióxido de azufre y en menor cantidad, monóxido de carbono, hidrógeno, ácido clorhídrico, helio, ácido sulfhídrico y ácido fluorhídrico.
    - De todos los gases volcánicos mencionados, los que representan un mayor riesgo de toxicidad en los humanos son el dióxido de azufre, dióxido de carbono y ácido fluorhídrico.



# Lava

- Se piensa que el flujo espectacular de lava causa la mayor devastación.
- En realidad los frentes de lava avanzan muy lentamente y *generalmente no constituyen un peligro significativo para la salud, durante la actividad volcánica.*



# Rocas y Detritos

- Un volcán activo puede despedir rocas y bloques enormes de magma, en ocasiones a gran distancia del cráter.
- La idea de ser golpeado por uno de estos proyectiles ardientes suele ser aterradora.
- Pero en realidad la posibilidad de que esto ocurra es baja, por lo tanto las rocas y detritos no *constituyen prioridad sanitaria durante una crisis volcánica.*



# Gases

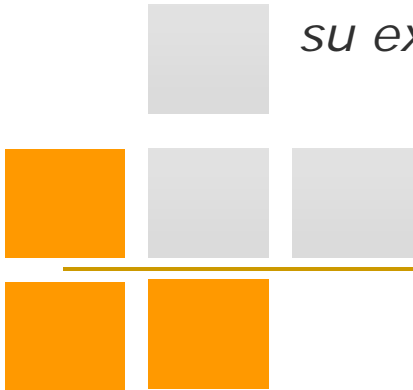
- El dióxido de azufre puede contaminar el aire a kilómetros del volcán y esto puede ocasionar problemas respiratorios en individuos sanos y principalmente en los que padecen asma.
  - En la mayoría de las erupciones los vientos que soplan sobre el cráter dispersan rápidamente estos gases, los cuales se diluyen hasta que dejan de ser perjudiciales.
- Es posible que el dióxido de carbono o el sulfuro de hidrógeno (gases relativamente pesados), se acumulen en las zonas bajas del volcán y ocasionalmente produzcan afecciones severas en los expuestos.



# Gases

- El cuadro clínico por exposición a estos gases irritantes es:
  - ❑ Irritación en piel y mucosas.
  - ❑ Ardor ocular y nasal.
  - ❑ Tos.
  - ❑ Exacerbación aguda de síntomas respiratorios (asmáticos, bronquíticos, enfisematosos, etc.).
  - ❑ Deterioro de la función pulmonar.

- *El dióxido de azufre, produce irritación local y en pacientes con asma o EPOC su exposición complica la enfermedad.*





# Lluvia Ácida

- Es poco frecuente, pero los productos químicos o la lluvia ácida pueden contaminar algunas fuentes de agua.
  - Al sobrevenir las precipitaciones en la zona de un volcán en erupción, se disolverán gases.
- La lluvia ácida no representa un riesgo directo para la salud, pero corroe techos y tuberías metálicas.
- Contamina fuentes de agua en cisternas al aire libre y cañerías de distribución.



# Cenizas

- Los efectos de las cenizas volcánicas sobre la salud pueden ser clasificados en varias categorías:
  - Efectos respiratorios
  - Síntomas oculares
  - Irritación cutánea
  - Efectos indirectos.
- En la composición de las cenizas, los elementos mayoritarios son:
  - Sílice ( $\text{SiO}_2$ ),
  - Óxido de sodio y de potasio ( $\text{ONa}_2\text{-OK}_2$ )
  - Pentóxido de fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ )
  - Óxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ),
  - Óxido de hierro ( $\text{OFe}_2$ ),
  - Óxido de magnesio ( $\text{OMg}$ ),
  - Óxido de manganeso ( $\text{OMn}$ ),
  - Óxido de calcio ( $\text{OCa}$ ),
  - Óxido de titanio ( $\text{O}_2\text{Ti}$ ).



# Cenizas - respiratorio

- Durante una erupción, la ceniza volcánica fresca plantea un riesgo para la salud, por ser abrasiva y a veces corrosivas, al tener un recubrimiento ácido que causa irritación directa en pulmones y ojos.
- Es levemente tóxica y afecta más a personas con enfermedades respiratorias crónicas, que a personas sanas.
- *La presencia de material particulado con un tamaño inferior a 10 micras, se asocia a padecimientos en el aparato respiratorio. (Miranda et al., 2004).*



# Cenizas - respiratorio

- Las partículas finas al ser aspiradas profundamente hasta el interior los pulmones, ocasionan, aun en individuos sanos:
  - Molestias en el pecho
  - Aumento de tos e irritación del tracto respiratorio
    - Rinitis y secreción nasal
    - Faringitis, laringitis y traqueitis
- Las vías respiratorias de personas con asma, bronquitis o enfisema, pueden presentar exacerbación de sus cuadros de base.
  - Con broncoespasmo y aumento de la secreción, llevando a que las personas tosan y respiren con mayor dificultad. Baxter *et al.* 1981



# Cenizas - respiratorio

- Las personas sanas, pueden experimentar síntomas de asma después de una caída de cenizas, especialmente si están sobreexpuestas a las cenizas en el exterior.
- **Silicosis ?**
  - La exposición a cenizas volcánicas con sílice cristalino generalmente es breve (días o semanas).
    - Estudios sugieren que el límite de exposición recomendado para la población en general puede ser excedido por períodos de corta duración sin conllevar daños a la salud.



# Cenizas - respiratorio

- El estudio de exposición a la inhalación de la ceniza volcánica procedente del Monte Santa Helena, a un grupo de hámsters (dos horas diarias durante un año), permitió detectar cambios en la función pulmonar y en la arquitectura del tejido de los animales, caracterizado por alveolitis y áreas con fibrosis, y a nivel traqueal, reducción en la actividad ciliar y cambios citomorfológicos. Así mismo, se observó la llegada de neutrófilos que regulan la adhesión local de moléculas, induciendo quimiotaxis de células inflamatorias en las vías aéreas (Schiff *et al.*, 1981; Raub *et al.*, 1985; Graham *et al.*, 1985).
- La exposición a la inhalación de ceniza en hámsters, proveniente de la actividad del volcán Popocatepetl, provocó una reacción inflamatoria aguda y crónica, foco neumónico con detritus celulares e infiltración de linfocitos en el tejido pulmonar (Rivera *et al.*, 2003).



# Cenizas - respiratorio

- La exposición a cenizas y sus efectos en la salud tienen como antecedentes la presencia de broncoespamos de la vía aérea en infantes, posterior a la erupción del volcán Soufriere (Horwell *et al.*, 2003).
- Se han registrado la aparición de síntomas respiratorios como disminución en el flujo expiratorio forzado (FEV) y aumento en la sintomatología respiratoria en poblaciones que se localizaron a 24 y 50 kilómetros del volcán, como sucedió durante la actividad del volcán Sakurajima en Japón y el Monte Santa Helena en Washington (Johnson *et al.*, 1982; Baxter *et al.*, 1983; Yano *et al.*, 1990).
- Estudios epidemiológicos referentes a la actividad del volcán Masaya en Nicaragua, revelaron casos de irritación de la piel y de las vías aéreas (Baxter *et al.*, 1993).



# Cenizas

- Estudios citogenéticos en animales que han sido expuestos a diferentes concentraciones y tipos de contaminantes volcánicos, muestran una elevada frecuencia de células alteradas (Grose *et al.*, 1985; Rubes *et al.*, 1992; Gardner *et al.*, 2000).

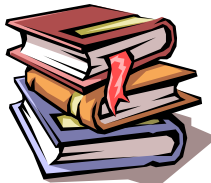




# Cenizas

- Estudios epidemiológicos realizados en Biancavilla, una población al oeste de Sicilia localizada en un área volcánica, han revelado el incremento en la incidencia de mesotelioma pleural maligno, carcinoma, fibrosis pulmonar y daños en el ADN.

Estos efectos se relacionan con la exposición que presenta la población a rocas de origen volcánico y que contienen fibras amfíbolas. El tipo de reactividad biológica de las fibras amfíbolas es parecido al de las fibras de asbestos, las cuales se sabe que inducen fibrosis inflamatoria a nivel pulmonar y daños en el ADN a largo plazo, ocasionando carcinoma y mesotelioma pulmonar (Rapisarda *et al.*, 2003; Umran, 2003).



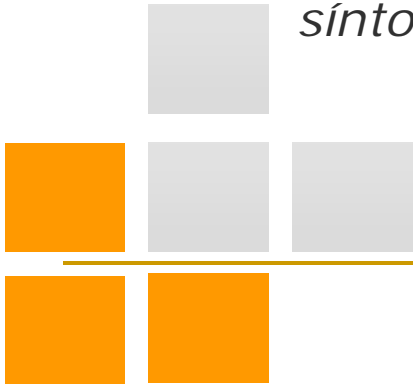
# Cenizas

- La evaluación de la exposición ocupacional a ceniza volcánica de los guardabosques en Washington, mostró una disminución en los niveles de C3 y C4 (factores de complemento; proteínas involucradas en el proceso de inflamación) con respecto al grupo de referencia, además de un marcado descenso de los niveles de inmunoglobulina G (IgG) en el suero después de un año de exposición a la ceniza volcánica. Los datos plantean que la exposición a la inhalación de ceniza afecta las funciones inmunológicas (Olenchock *et al.*, 1983).



# Cenizas - respiratorio

- El desarrollo de síntomas respiratorios a partir de la inhalación de cenizas volcánicas depende de diversos factores
  - Concentración de partículas en el aire,
  - Proporción de partículas finas en la ceniza,
  - Frecuencia y duración de la exposición,
  - Presencia de silicio cristalino, gases volcánicos o aerosoles mezclados con las cenizas,
  - Condiciones meteorológicas.
- *Las condiciones de salud pre-existentes y el uso de equipo de protección para la respiración también influyen en los síntomas experimentados.*



# Cenizas - ocular

- A nivel ocular los síntomas más comunes son:
  - ❑ Sensación de cuerpo extraño en ojos.
  - ❑ Dolor ocular, escozor e inyección conjuntival (ojo rojo).
  - ❑ Secreción pegajosa o lagrimeo.
  - ❑ Abrasiones en la córnea o erosiones.
  - ❑ Conjuntivitis aguda o inflamación del saco conjuntival.
- *Las personas que utilizan lentes de contacto deben ser especialmente conscientes de este problema y no usar las lentes, a fin de prevenir la abrasión corneal.*



La ceniza actúa como un cuerpo extraño, siendo los cristales de dióxido de sílice los que afectan directamente la conjuntiva y la córnea, produciendo abrasión, además del efecto irritante

# Cenizas - cutáneo

- Las cenizas volcánicas pueden producir irritación en la piel de personas sensibles, especialmente si la ceniza es ácida.
  - Los síntomas incluyen:
    - Irritación y enrojecimiento de la piel.
    - Infecciones secundarias debido al rascado.



El efecto de la ceniza a nivel de la piel es principalmente de tipo irritante

# Cenizas – efectos indirectos

- Las cenizas contaminan fuentes superficiales para agua potable (ríos, lagos y demás reservorios).
- El flúor, elemento tóxico emitidos por algunos volcanes, puede contaminar el agua potable, (Rubin *et al.* 1994)
- Es preciso efectuar análisis químicos periódicos del agua, para comprobar la presencia de fluoruros en exceso o metales tóxicos.



# Cenizas – efectos indirectos

- Las implicancias sobre la salud de poblaciones cercanas al volcán Yasur en Tanna-Nueva Zelanda se caracterizaron por alteraciones respiratorias, estrés y por la aparición de fluorosis a nivel óseo y dental (Cronin y Sharp, 2002).



# Cenizas – efectos indirectos

- Los tanques de agua, son especialmente vulnerables, incluso a pequeñas cantidades de cenizas, ya que puede verse reducida la potabilidad del agua, al verse reducido su pH, pasando la cloración a ser inadecuada.
  - Las cenizas incrementan la necesidad de cloro en agua.
- El agua contaminada de cenizas suele poder beberse sin peligro para la salud, pero es mejor filtrar las partículas de cenizas antes de ingerirla.

□ El riesgo de intoxicación es bajo.





# Cenizas – efectos indirectos

- Además de contaminar el agua, producen atascos y daños en equipo de abastecimiento de agua.
  - La acumulación abundante de cenizas puede obstruir drenajes y alcantarillas y dañar las plantas potabilizadores.



# Cenizas – efectos indirectos

- Disminución significativamente la visibilidad, que *aumenta el riesgo de accidentes de tránsito o de otro tipo.*
- Por acción de las lluvias, los caminos se tornan resbaladizos y los parabrisas se cubre de una capa delgada de ceniza húmeda.
- Derrumbamiento de techos en casos de lluvia abundante de cenizas, en especial cuando se acompaña por precipitaciones, que duplican el peso de las cenizas.



# Prevención

- En ambientes con cenizas finas, utilizar gafas protectoras o gafas de leer en lugar de lentes de contacto, para evitar la irritación ocular.
- Se recomienda que las personas con problemas respiratorios permanezcan en el interior de las viviendas en la medida de lo posible o que usen máscaras livianas para evitar inhalar partículas finas.
  - El personal de emergencia y quienes trabajan retirando las cenizas de las calles y los techos también necesitarán máscaras y anteojos protectores



# Prevención

## Limpieza

- Humedecer ligeramente los depósitos de cenizas antes de que sean retirados con palas, cuidando de no mojar demasiado los que estén situados en los techos, para evitar que el sobrepeso los hunda.
- El cepillado en seco puede ofrecer generar niveles muy altos de exposición y debe ser evitado.
- El uso de mangueras puede consumir grandes cantidades de agua y producir escasez en áreas muy densamente habitadas.

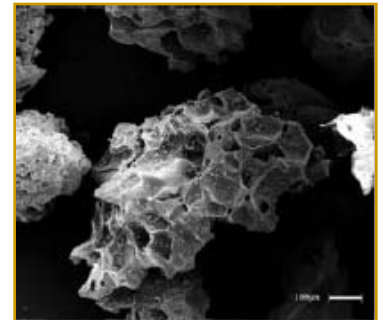


# PELIGROS DE LAS CENIZAS VOLCÁNICAS PARA LA SALUD

- Si las emanaciones de cenizas volcánicas son frecuentes se favorece la alteración de los ecosistemas, además de causar problemas en la salud a mediano y largo plazo.

Debido a la dificultad de probar todos los efectos ambientales adversos de cada sustancia, se sugiere el desarrollo de métodos para predecir los efectos ecológicos, sociales, económicos y en la salud, derivados de la contaminación ambiental

(Woodward *et al.*, 2000; Green *et al.*, 2000; Leung *et al.*, 2003).



Prof. Mg. Sergio Saracco  
saracco.sergio@fcm.uncu.edu.ar

*Muchas  
Gracias*

NASA  
4 de junio