

## Lluvia ácida de origen volcánico

Por Francisco Montalvo<sup>1</sup> y Demetrio Escobar<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Integrante del grupo de investigación volcánica de la Universidad de El Salvador, UES

<sup>2</sup> Coordinador del área de Vulcanología del Servicio Nacional de Estudios Territoriales, SNET

### Orígenes de la lluvia ácida

Existen dos tipos de lluvia ácida, la provocada por el hombre (antropogénica) y la de origen natural, causado por los gases volcánicos.

### La lluvia ácida de origen antropogénica

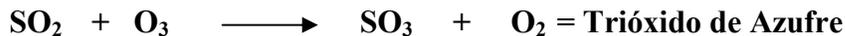
Esta es generada básicamente por el desarrollo industrial, la quema de combustibles fósiles o por la quema de vegetación lo cual produce un gas contaminante, el cual viaja a la atmósfera ocasionándole daños irreversibles. Estos aerosoles contaminantes al hacer contacto con el vapor de agua atmosférico regresa como lluvia ácida.

### La lluvia ácida de origen volcánico

Es la lluvia que posee cantidades intolerables de Ácido Sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) y Ácido Nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) disueltos en sus gotas de agua. Ambos ácidos se forman al reaccionar el trióxido de azufre ( $\text{SO}_3$ ) y el dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) con el agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ). De manera que la acidez del agua lluvia alcanza significativamente niveles que oscilan entre 3.5 a 5.5 con respecto al pH normal del agua que es aproximadamente 6.5.

### Cómo se forma la lluvia ácida

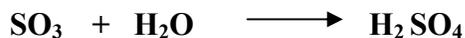
El dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) emitido por los volcanes (Foto 1), al reaccionar con el aire se oxida transformándose a **trioxido de azufre**, lo cual se da a través de dos procesos químicos. Uno de ellos es combinándose con el ozono ( $\text{O}_3$ ) presente en la atmósfera, es decir,



Otro proceso es combinándose el dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) con el oxígeno atmosférico ( $\text{O}_2$ ) que actúa como catalizador de las partículas sólidas (aerosoles) suspendidas en el aire:



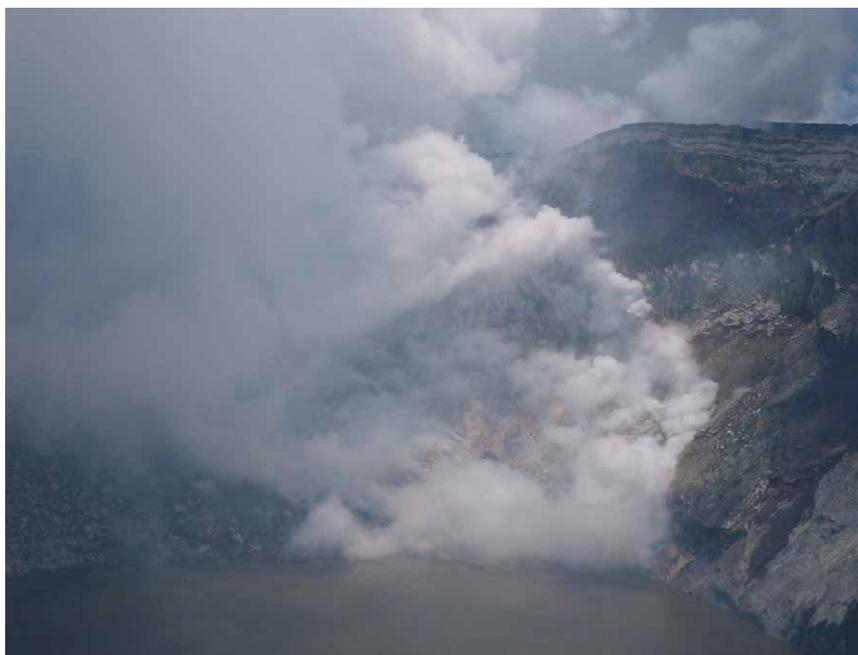
El trióxido de azufre reacciona con el agua de las nubes, generándose ácido sulfúrico, que luego precipita como lluvia ácida. De esta reacción resulta el ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) como contaminante atmosférico, de la manera siguiente:



## **Efectos y daños de los gases volcánicos**

### **En las personas:**

Afecta la respiración en especial a niños/as y personas de edad avanzada con enfermedades pulmonares crónicas. Puede provocar episodios de tos y asfixia; crecientes índices de asma crónico y agudo, bronquitis aguda y enfisema; cambios en el sistema de defensa de los pulmones, lo cual se agudiza en personas con desórdenes cardiovasculares y pulmonares; irrita los ojos y los conductos respiratorios, entre otros.



*Foto 1. Gases azufrosos emitidos a la atmósfera por el volcán de Santa Ana. Luego de permanecer en la atmósfera y al combinarse con la lluvia, precipita a la tierra como Lluvia ácida. (Foto del 22 Julio 2004)*

### **Efectos de la lluvia ácida en el suelo y la vegetación:**

Aumenta la acidez del agua de ríos y lagos, lo que causa daños a la vida acuática, tanto piscícola (peces de ríos) como vegetal.

También incrementa la acidez de los suelos, lo que se traduce en cambios en la composición de los mismos, generando lixiviación (lavado) de nutrientes importantes para las plantas, tales como: calcio, nitrógeno, fósforo, etc, y movilizandando metales tóxicos como el cadmio, níquel, manganeso, plomo, mercurio, cromo, etc, que de esta forma se introducen también en las corrientes de agua así como en la cadena trófica.

La vegetación expuesta directamente a la lluvia ácida sufre no sólo las consecuencias del deterioro del suelo, sino también un daño directo que puede llegar a ocasionar quema de

*Lluvia Ácida de Origen volcánico*

follaje y caída de hojas y frutos (Foto 2), en casos extremos, como el ocurrido en Diciembre de 2000 con la quema de especies de pinos en el flanco sureste del volcán de Santa Ana (Foto 3).

*Foto 2. Daños al cafetal asociados a la lluvia ácida proveniente del volcán Ilamatepec.*



*Foto 3. Flanco sureste del volcán de Santa Ana. Se presenta el área de Pinos afectada por gases y lluvia ácida de origen volcánica (Diciembre 2000).*



## Lluvia Ácida de Origen volcánico

### ¿Cual es la dinámica de la lluvia ácida?

Independientemente de su origen, ya sea industrial o natural, los gases contaminantes que de la tierra suben a la atmósfera, después de un cierto tiempo y durante la época de invierno precipitan formando lo que se conoce como lluvia ácida. Dependiendo de la dirección y velocidad de los vientos así será el área de afectación que generen (Figura 1). También se habla de deposición seca, cuando el contaminante precipita sin lluvia, es decir, lo hace por su propio peso.

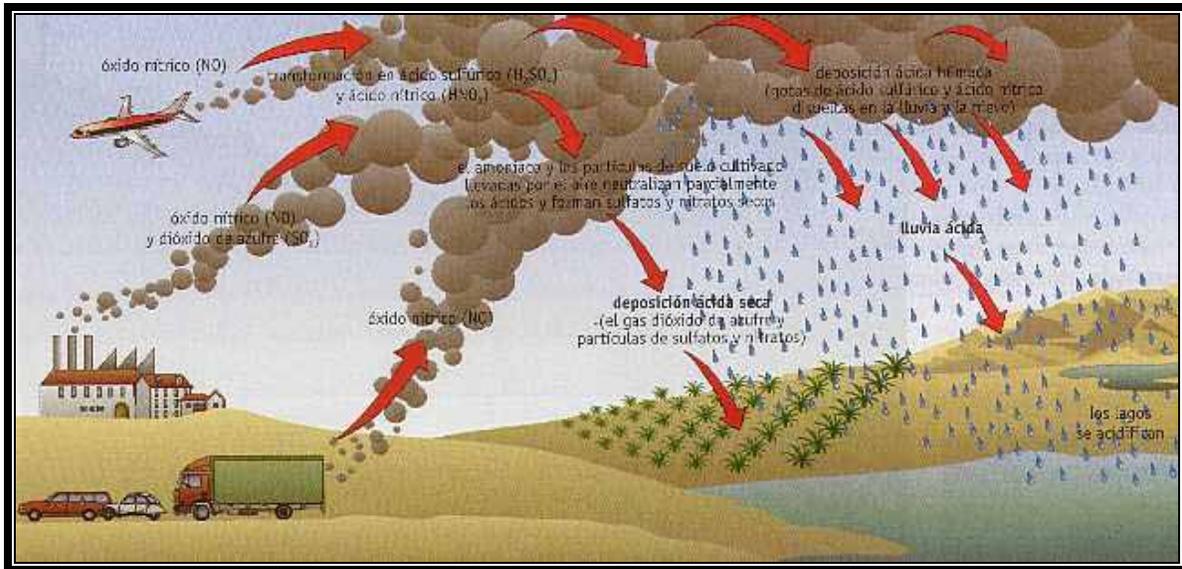


Figura 1. Ciclo de la lluvia ácida causada por el hombre

### ¿Como se puede evitar?

De hecho la lluvia ácida es imposible evitarla, ya que es función de la tecnología que necesita el hombre para vivir. Sin embargo, se pueden mitigar sus efectos, implementado tecnologías apropiadas.

Para evitar los daños en el sistema respiratorio los pobladores cercanos se pueden colocar un pañuelo húmedo en la nariz, y en caso extremo alejarse del lugar, ya que la prolongada exposición puede causar daños irreversibles, tales como cáncer en la piel, etc