

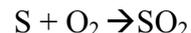
## LLUVIA ÁCIDA

Normalmente, la lluvia ordinaria es ligeramente ácida, porque al caer disuelve algo de CO<sub>2</sub> atmosférico (su pH suele ser entre 5.5 y 6). Pero en la actualidad, en regiones industrializadas, el agua de lluvia es mucho más ácida (llegando a un pH casi igual 5.5, e incluso, a veces, hasta pH=1.5), por lo que se conoce como lluvia ácida.

La lluvia ácida se debe a la presencia en la atmósfera de ciertos contaminantes, principalmente óxido de azufre y óxidos de nitrógeno.

Los óxidos de azufre se forman por diversos procesos. La misma naturaleza es responsable de muchas emisiones de SO<sub>2</sub> en las erupciones volcánicas.

En las zonas industrializadas, se vierte a la atmósfera gran cantidad de SO<sub>2</sub> en los procesos de combustión de carbón, petróleo y derivados, que suelen contener de 1 a 3% de azufre. Este se convierte en SO<sub>2</sub> en la combustión:



El SO<sub>2</sub> atmosférico se oxida lentamente, formando trióxido de azufre, SO<sub>3</sub>, que, con vapor de agua, da ácido sulfúrico:  $2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$  \  $SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$  que se disuelve en las gotas de agua, dando lugar a la lluvia ácida.

En monóxido de nitrógeno u óxido nítrico, NO, se forma por reacción directa, a elevada temperatura, entre el nitrógeno y oxígeno del aire, como ocurre en los motores de combustión interna (automóviles y aviones). Cuando el NO pasa a la atmósfera, se oxida lentamente formando NO<sub>2</sub>, que, a su vez, reacciona con el agua para formar ácido nítrico, que, disuelto en las gotas da lugar a la lluvia ácida:



La lluvia ácida produce efectos muy perjudiciales. Impide la vida de los peces y otras especies animales, en ríos y lagos, que se van acidificando continuamente. La vida vegetal también se ve afectada, pues la lluvia ácida mata a los microorganismos de los suelos, que son los responsables de la fijación del nitrógeno atmosférico.

Puede disolver la capa de cera que protege las hojas de los árboles y causar graves daños (deforestación) en zonas boscosas.

También deteriora las catedrales, así como otras construcciones y monumentos antiguos en particular los construidos con piedra calcárea o con mármol, CaCO<sub>3</sub>, que se disuelve fácilmente:



En la actualidad, se están haciendo grandes esfuerzos para reducir la contaminación por óxido de azufre y de nitrógeno y evitar así la lluvia ácida. En el caso del SO<sub>2</sub>, la forma más directa sería eliminar el azufre de los combustibles fósiles, carbón y petróleo, pero esto, además de difícil, es muy costoso. Una alternativa más barata, aunque menos eficaz, es eliminar el SO<sub>2</sub> de los gases producidos en la combustión, mediante reacción con óxido cálcico. Suele hacerse inyectando piedra caliza, CaCO<sub>3</sub>, en polvo en el quemador o en el horno de la planta generadora de energía, con lo que se produce las reacciones:



En las industrias metalúrgicas, se está intentando recuperar el SO<sub>2</sub>, produciendo en la tostación de minerales sulfatos, y aprovecharlo para fabricar otros productos químicos, entre otros ácidos sulfúricos.

También se está adoptando varias medidas para reducir la contaminación por óxidos de nitrógeno, modificando las condiciones de la combustión interna de los motores, para reducir la formación de NO, y, además, utilizando el convertidor catalítico.

Así, evitamos lanzar gases muy tóxicos a la atmósfera, emitiendo, en su lugar, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O.