

EL NITRÓGENO

EN LA LLUVIA NACIONAL



NATIONAL ATMOSPHERIC DEPOSITION PROGRAM

CÓMO OBTENER DATOS DEL NADP

Se pueden encontrar centros de datos del Programa Nacional de Deposición Atmosférica de forma gratuita. La manera más fácil de obtener datos es a través de la página web: <http://nadp.slh.wisc.edu>

Entre nuestros productos se incluyen:

- Datos químicos de precipitación semanal y diaria
- Concentraciones medias medidas en precipitaciones mensuales, temporales, y anuales
- Totalidad de deposición anual y temporales
- Datos de deposición de Mercurio
- Precipitación diaria total
- Mapas isopletas a color de concentraciones de precipitación y deposición húmeda
- Imágenes e información de los lugares
- Datos sobre garantía de calidad y otra información

Para más información, póngase en contacto con:

NADP Program Office
Wisconsin State Laboratory of Hygiene
465 Henry Mall
Madison, Wisconsin 53706 E-mail:
nadp@slh.wisc.edu

FICHA TÉCNICA

Colaboradores: Ellen Porter, Dirección de Pesca y Fauna Silvestre de los EE.UU.; Kathy Tonnessen, Dirección de Parques Naturales; John Sherwell, Departamento de Recursos Naturales de Maryland; y Richard Grant, Departamento de Agronomía, Purdue University

Editores: Eva Kingston, Van Bowersox, Roger Claybrooke, y Gayle Zorrilla

Diseño: Wheeler Arts

Fotografía: Todas las imágenes sin información técnica son propiedad copyright de Nova Development Corporation y sus licenciantes.

Apoyo Informático: Bob Larson y Linda Hascall

Traducción al español: Marcos Campillo Fenoll

Asesoría de traducción: Gabriel Pinto Cañón y Diana Jimeno-Ingrum

Traducción del texto fue preparada por el Centro Internacional Para la Educación Química de Primer Año de Bachiller. Internet: <http://icuc.chem.uiuc.edu/icucwebsite/>

This translation was provided by the International Center for First-Year Undergraduate Chemistry Education (ICUC).

Para más información, póngase en contacto con:

Paul Kelter
601 S. Mathews Ave., Box A-2
Urbana, IL USA 61801
E-mail: pkelter@uiuc.edu

Los términos "ion de nitrato" e "ion de amonio" se acortarán a "nitrato" y "amonio" respectivamente, en todas partes del texto.

Folleto NADP 2000-01d (español revisado)



EL NITRÓGENO EN LA LLUVIA NACIONAL

El nitrógeno es esencial para todos los seres vivos. Cerca del 98% del nitrógeno de todo el mundo se encuentra en tierra sólida, dentro de la estructura química de roca, tierra y sedimento. El resto se mueve en un ciclo dinámico entre la atmósfera, océanos, lagos, corrientes, plantas y animales. Pequeñas cantidades de nitrógeno presente en tierra y sedimentos también entran a formar parte de este complejo ciclo.

El nitrógeno molecular (N_2) es un gas incoloro e inodoro que constituye el 78% de nuestra atmósfera. Sobre cada metro cuadrado de la superficie terrestre se encuentran 8 toneladas de nitrógeno. El nitrógeno molecular es estable y para convertirlo a otros compuestos químicos se requiere una cantidad considerable de energía. Un relámpago contiene energía suficiente para lograrlo, haciendo que el nitrógeno y el oxígeno que se encuentra en el aire formen óxidos de nitrógeno. La energía fotosintética de las plantas y la energía química de los microorganismos del suelo también pueden convertir el nitrógeno en otras formas químicas. Todos estos procesos naturales ocurren en los ciclos del nitrógeno en nuestro medio ambiente.

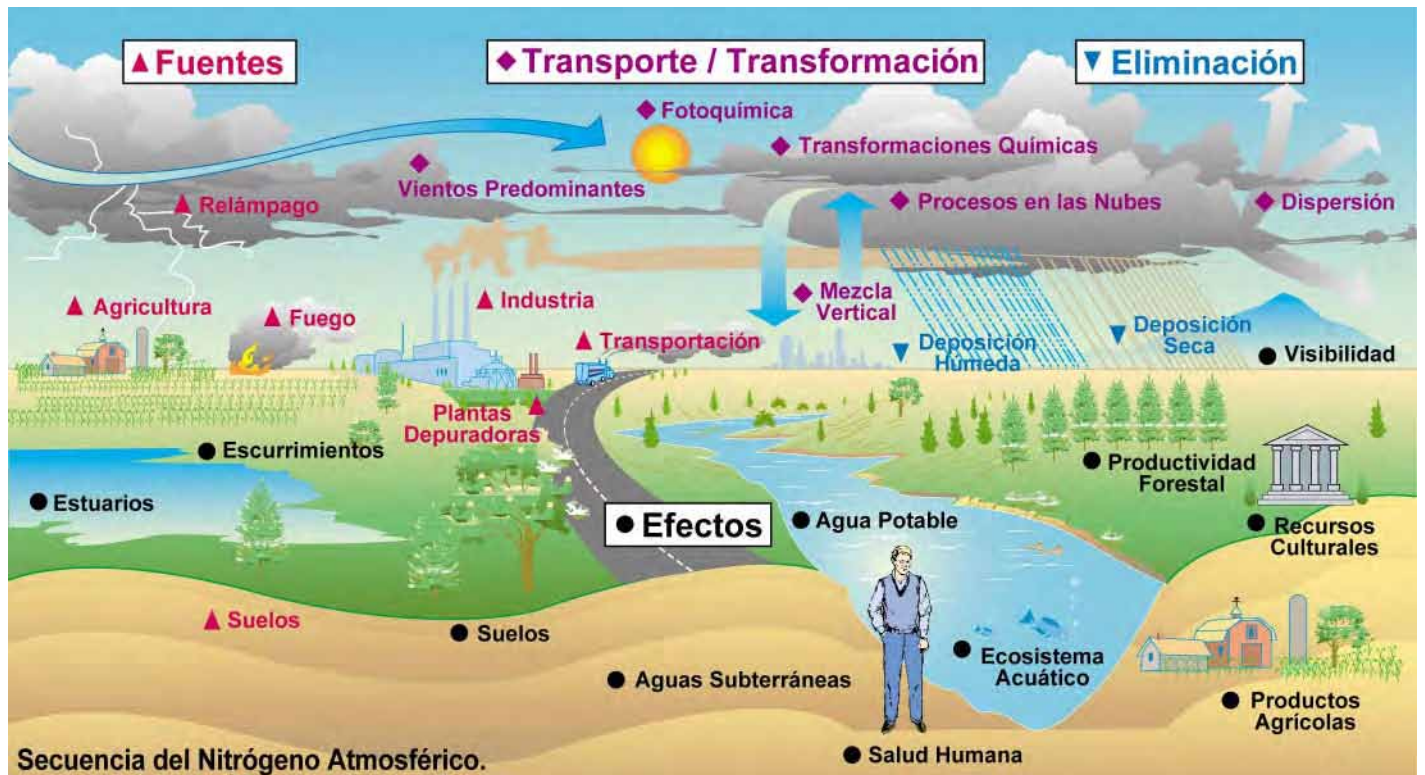
Además del nitrógeno molecular, también circulan en nuestra atmósfera trazas de óxidos de nitrógeno, vapor de ácido nítrico, amoníaco gaseoso, compuestos de partículas de nitrato y amonio, y nitrógeno orgánico. En los Estados Unidos, las contribuciones de

nitrógeno por actividades humanas rivalizan o exceden a las contribuciones de fuentes naturales para muchas de las trazas de estos compuestos.

Los compuestos de nitrógeno atmosférico forman un ciclo entre la tierra y el agua a través de deposiciones atmosféricas. Las deposiciones húmedas, principalmente la lluvia y la nieve, aportan nitrato y amonio. En las deposiciones secas tienen lugar interacciones complejas entre compuestos de nitrógeno de la atmósfera con plantas, agua, tierra, roca o superficies de edificios.

Un aspecto clave para los científicos, las autoridades y el público es hasta qué punto están afectando las actividades humanas a la forma y cantidad de nitrógeno en la atmósfera, a la deposición de compuestos de nitrógeno de la atmósfera, y al ciclo del nitrógeno en el medio ambiente.





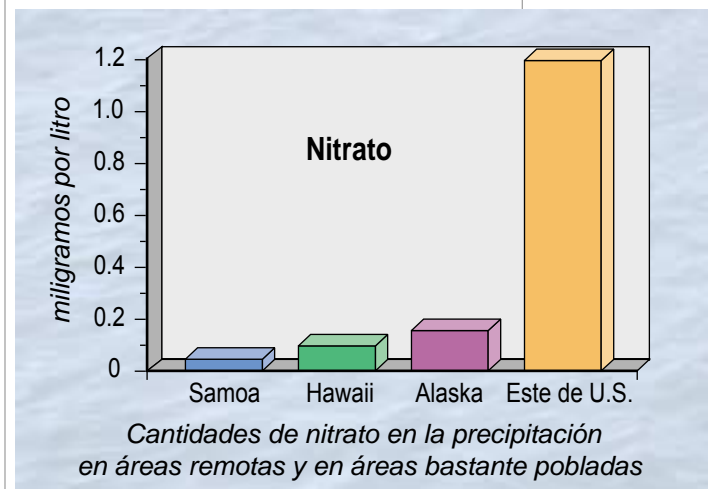
Fuente: Adaptado del Comité Nacional del Consejo de Ciencia y Tecnología sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales, Subcomité de Investigación de la Calidad del Aire, 1999.

¿Qué Actividades Humanas Producen Nitrógeno?

La combustión provoca temperaturas altas por las que el nitrógeno puede oxidarse para producir óxidos de nitrógeno. No sorprende, por lo tanto, que en los Estados Unidos las emisiones de vehículos a motor, los aparatos eléctricos y las calderas industriales sean las mayores fuentes de óxidos de nitrógeno en la atmósfera. Las actividades humanas suponen hoy en día más del 90% de las emisiones de óxido de nitrógeno en los EE.UU. Según la Agencia Norteamericana de Protección Medioambiental, las emisiones de óxido de nitrógeno oscilaron entre 20 y 23 millones de toneladas desde 1972, el doble del valor en 1950.

Las reacciones químicas atmosféricas que ocurren cuando hay luz solar conectan los óxidos de nitrógeno y otros gases traza con la formación del ozono. Dependiendo de las condiciones atmosféricas, estas reacciones pueden ocurrir a

varios cientos de metros de la fuente original del óxido de nitrógeno o después de que los contaminantes hayan sido empujados por la fuerza del viento hasta varios cientos de kilómetros (quizás cruzando fronteras estatales o nacionales). Por último, algunos óxidos de nitrógeno se convierten en vapor de ácido nítrico o partículas de nitrato. La precipitación elimina ambos contaminantes del aire. Como consecuencia, en las precipitaciones suele haber mayor cantidad de



Fuente: Red de Tendencias Nacionales del Programa Nacional de Depositiones Atmosféricas. (en J.N. Galloway, G.E. Likens, y M.E. Hawley, 1984. Science 226:829).

nitratos donde el aire está más contaminado con óxidos de nitrógeno. Es muy probable que estas áreas tengan una alta densidad de población, numerosos vehículos a motor y muchas centrales eléctricas o calderas industriales.

El amoniaco y el amonio son otras formas en que el nitrógeno puede aparecer. El amoniaco es un gas que al disolverse en agua se convierte en amonio, así como cuando se encuentra en suelos o partículas atmosféricas. A diferencia de los óxidos de nitrógeno que se forman durante la combustión, los microorganismos del suelo forman de manera natural amoniaco y amonio, compuestos de nitrógeno e hidrógeno. Estos compuestos también se producen por otros procesos.

En la actualidad, los granjeros utilizan millones de toneladas de fertilizantes para los suelos. La Agencia Norteamericana de Protección Medioambiental estima que, solo con el uso de fertilizantes, en 1997 se emitieron medio millón de toneladas de amoniaco a la atmósfera. Más del triple de esa cantidad fue emitida por desechos del ganado (estiércol y orina). Estas dos fuentes suponen casi el 80% de emisiones de amoniaco en los Estados Unidos.

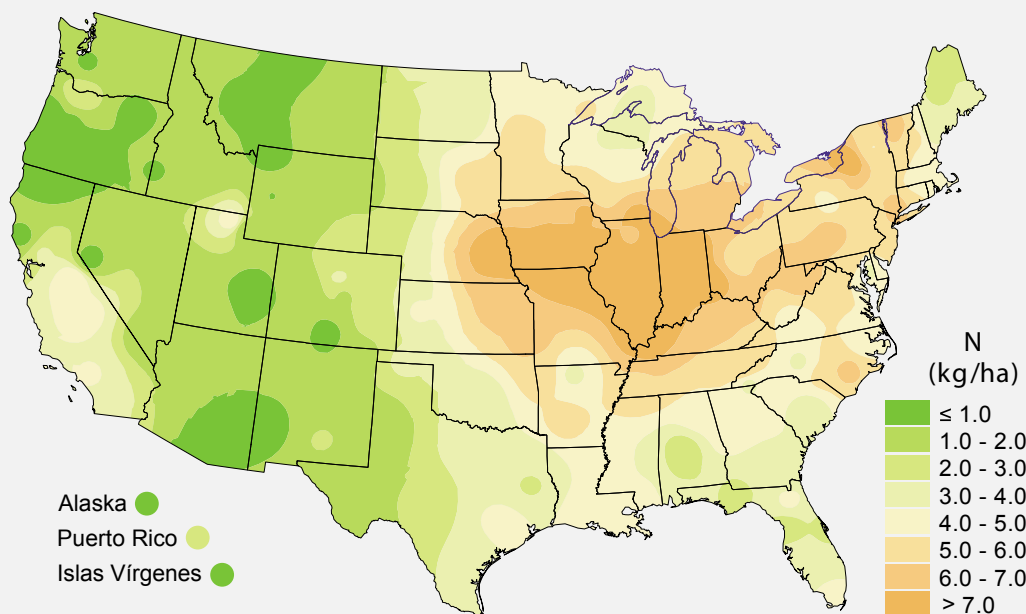
La precipitación elimina fácilmente el amoniaco y el amonio del aire. Las deposiciones húmedas de estos compuestos y de nitrato podrían considerarse como otra fuente de fertilizante para los

cultivos agrícolas (véase el breve análisis sobre agricultura). También pueden ser una aportación fertilizante no deseable para ecosistemas sensibles.

El mapa de los EE.UU. que aparece abajo muestra el total de nitrógeno inorgánico depositado por precipitaciones en 1998, total que incluye el nitrógeno del nitrato amónico. Las deposiciones húmedas de nitrógeno inorgánico eran más elevadas en las amplias zonas de cultivo al norte de la región del Medio Oeste de los Estados Unidos. Algunas partes de ocho estados – desde el este de Nebraska hasta el oeste de Ohio – obtuvieron 7 kilogramos por hectárea (6.2 libras por acre) o más. Entre la mitad y tres cuartas partes del nitrógeno inorgánico total depositado en esta área proviene de deposiciones de amonio, que también son más elevadas en esta misma zona.

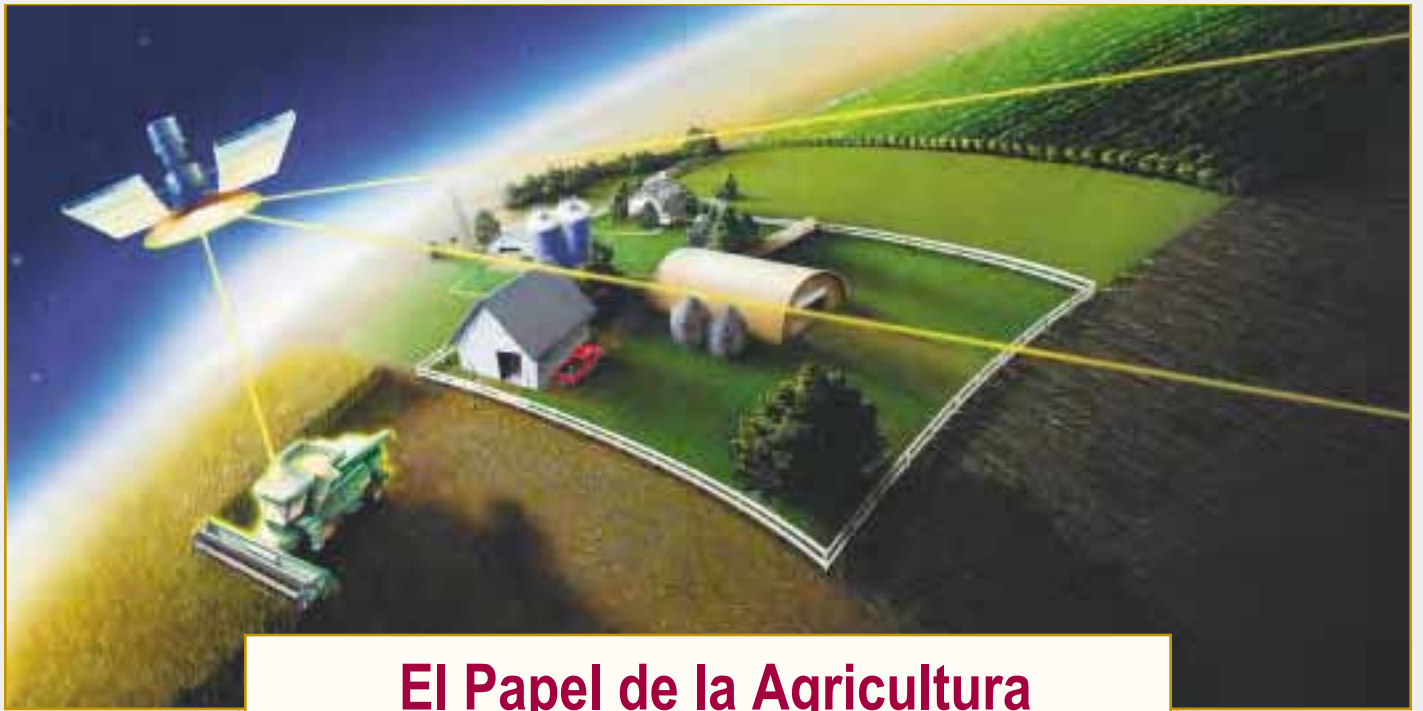
Un mapa de la Agencia Norteamericana de Protección Medioambiental muestra que las emisiones atmosféricas de amoniaco también son mayores allí. El nitrógeno amoniacal predomina en las deposiciones de nitrógeno inorgánico en el norte de la región del Medio Oeste, mientras que en la región del Noreste predomina el nitrógeno nítrico.

Las áreas con mayores emisiones de nitrógeno no experimentan necesariamente los efectos más grandes de las deposiciones, que pueden tener lugar en zonas alejadas de la fuente de nitrógeno



Deposiciones húmedas de nitrógeno a partir de nitrato y amonio en 1998.

Fuente: Red de Tendencias Nacionales del Programa Nacional de Deposiciones Atmosféricas.



Con los avances en satélites, computación y electrónica, la producción agrícola está entrando en una nueva era.

El Papel de la Agricultura

Las personas pertenecientes al mundo agrícola tienen un interés polifacético en las deposiciones de nitrógeno. Se ha comprobado que el uso de fertilizantes basados en nitrógeno tienen gran eficacia en el incremento de las cosechas y cultivos, pero estos mismos fertilizantes pueden ir en detrimento del objetivo de una agricultura sostenible y pueden aumentar la cantidad de nitrógeno en aguas subterráneas y aguas superficiales más allá de las tierras de cultivo, contribuyendo a la degradación de los ecosistemas acuáticos. Por lo tanto, uno de los desafíos más importantes a los que se enfrentan en la actualidad los productores de cosechas con cierta preocupación medioambiental tiene que ver con el índice de aplicación de fertilizantes que mejorará el rendimiento agrícola y las ganancias por un lado, y a la vez reducirá el daño medioambiental potencial. La disponibilidad de nitrógeno para el crecimiento de plantas y el rendimiento agrícola depende de numerosos factores: el uso histórico de la tierra, el tipo de cultivo, el nitrógeno residual de legumbres como la soja, el tipo y la condición del suelo, la cantidad de nitrógeno liberado por la materia orgánica del suelo, y la cantidad de nitrógeno depositado por deposición atmosférica.

La agricultura de precisión toma en cuenta este complejo problema con la aplicación de un índice variable a tiempo real de fertilizante que toma en consideración el cultivo, el tipo de suelo, la fertilidad del suelo, y otros factores dentro de un campo de cultivo individual. Eso maximiza la eficacia del uso del fertilizante, minimiza los residuos, y reduce la contaminación de aguas superficiales. A mayor escala, las reglas administrativas en todo el estado sobre el uso de fertilizantes para un cultivo dado pueden adaptarse de acuerdo a la variación espacial de deposición de nitrógeno atmosférico disponible en las plantas. Por ejemplo, la precipitación en el Medio Oeste contribuye a los suelos entre 3 y 7 kilogramos de nitrógeno inorgánico por hectárea anualmente, lo que representa menos del 5% del nitrógeno inorgánico que el maíz necesita, y hasta el 15% del nitrógeno necesario para el trigo, dependiendo del rendimiento agrícola y de la calidad del suelo. Se estima que las deposiciones de nitrógeno atmosférico para la zona este de los Estados Unidos podrían suponer al menos el 10% del nitrógeno necesario para cultivos no fijadores de nitrógeno más extensos.

Todos nos beneficiamos con el continuo trabajo conjunto que realizan la ciencia y la tecnología para mejorar la producción agrícola de cultivos y salvaguardar el suministro de agua y los ecosistemas terrestres y acuáticos.

GRÁFICO POR CORTESÍA DE JOHN DEERE - NAAMC.

original. Los científicos han descubierto que algunos ecosistemas son más sensibles al nitrógeno que otros: como algunos bosques y corrientes de agua a gran altitud en el Este, estuarios en la zona Este y en la costa del Golfo, y áreas alpinas y bosques a gran altitud en el Oeste.

¿Qué Efectos Se Asocian a la Deposición de Nitrógeno?

Dependiendo de su forma química y cantidad en el medio ambiente, el nitrógeno puede servir como nutriente (mejorando el crecimiento y la productividad) o como toxina (produciendo un daño ecológico o en la salud humana). Los científicos se refieren a menudo al nitrógeno como un macronutriente, debido a que las plantas y los animales precisan de él en proporciones relativamente altas, si lo comparamos con otros nutrientes esenciales como el hierro o el cobre.

Las necesidades de nitrógeno varían dependiendo del ecosistema y de la especie floral o animal. Dentro del mismo ecosistema, diferentes seres vivos tienen diferentes necesidades de nitrógeno.

Muchos ecosistemas y cultivos están limitados por la disponibilidad de nitrógeno. Es por ello que la aparición de los fertilizantes sintéticos a comienzos del siglo XX fue todo un 'boom' en la productividad agrícola. Es por ello también que la deposición atmosférica de nitrógeno en algunos ecosistemas puede estimular un mal crecimiento, o producir que plantas crezcan a costa de otras.

La calidad del aire y la deposición atmosférica están estrechamente relacionadas. Los óxidos de nitrógeno contribuyen a la formación del ozono, un irritante de los pulmones. Muchos estudios han mostrado que niveles elevados de ozono pueden dañar también las hojas de las plantas y reducir las cosechas agrícolas. En zonas cercanas a fuentes de contaminación urbana o industrial, las altas concentraciones de dióxido de nitrógeno pueden irritar los tejidos del pulmón en los humanos, y reducir la resistencia a la gripe y otras infecciones respiratorias.

La degradación de la visibilidad y la deposición ácida están también relacionadas. Demasiadas partículas finas en el aire producen la fea neblina que reduce la visibilidad en muchas ciudades de los EE.UU., y hasta en ocasiones recubren las magníficas vistas de los parques nacionales y áreas naturales. Estas finas partículas contienen compuestos de nitrógeno (nitrato, amonio, o ambos) y otros contaminantes (compuestos de sulfato y carbón). El sulfato es a menudo más responsable que el nitrógeno en la degradación de la visibilidad, especialmente en la zona este de los EE.UU. Cuando hay luz solar, el gas dióxido de nitrógeno puede también contribuir a la reducción de la visibilidad.

Si bien la precipitación limpia el aire, la lluvia y la nieve contienen nitratos y sulfatos, haciendo que éstas sean más ácidas. Tanto estatuas y monumentos como los exteriores de los edificios están expuestos a los daños por lluvia ácida. La precipitación también afecta a las corrientes de agua, lagos y suelos sensibles, que pueden alterarse fácilmente con aportaciones químicas. La precipitación ácida puede perturbar el delicado equilibrio en estos ecosistemas sensibles.

Los pinos de Colorado están entre los organismos vivos más antiguos. Un aumento en la cantidad de nitrógeno que recibe este árbol puede reducir sus posibilidades de sobrevivir en un ambiente tan hostil.



FOTO DE GARY LEAR

La deposición de nitrógeno puede asimismo tener un efecto fertilizante. En estuarios y ecosistemas de la costa, esto puede llevar a la eutrofización, una condición caracterizada por el crecimiento de algas, nivel bajo de oxígeno disuelto y pérdida de invertebrados, peces, y otros tipos de flora y fauna

Efectos en Agua Dulce y en Sistemas Terrestres

Las corrientes de agua dulce, estanques y lagos responden a las aportaciones de agua y de químicos por parte de tormentas de lluvia y deshielos. En las raras ocasiones en que el suelo está congelado, las cabeceras de algunas corrientes sufren un incremento repentino de nitrato, sulfato, y acidez que tanto la lluvia como la nieve derretida aportan de forma directa.

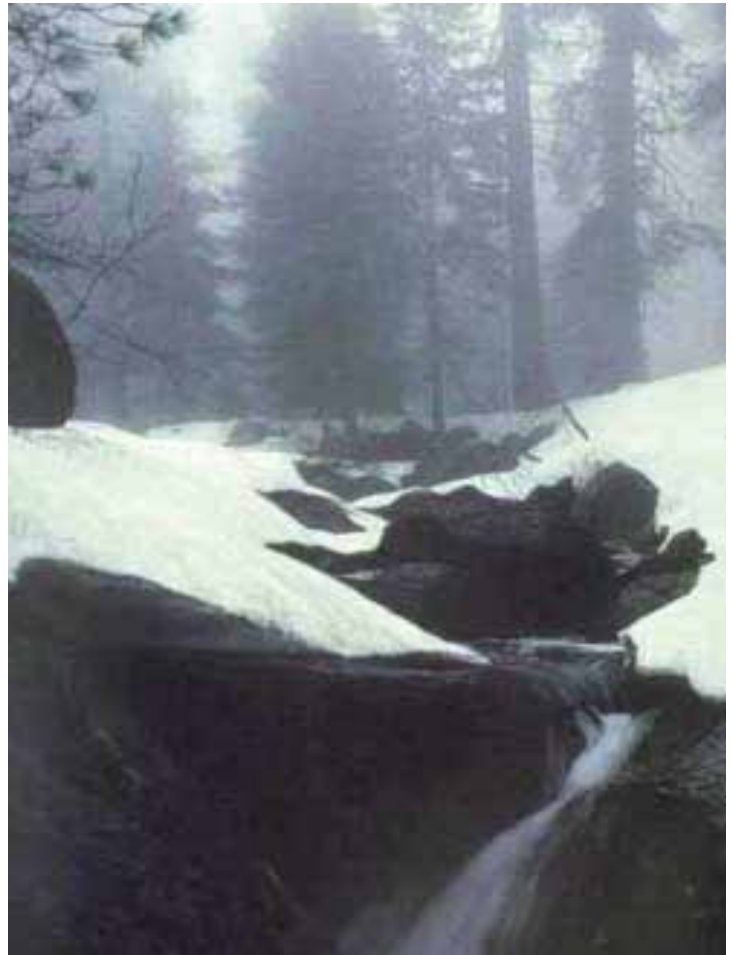
De forma más común, la precipitación se filtra en el suelo añadiendo nitrato y amonio al ciclo del nitrógeno, que también incluye suelos, material animal o vegetal en descomposición, microbios, y raíces de vegetales vivos. Muchos factores controlan el nivel en que el nitrógeno entra y sale de este complejo ciclo, incluyendo el tipo de suelo, la temperatura, la actividad microbiana y las necesidades vegetales. La precipitación es solamente una de las fuentes de nitrógeno en los suelos.

Los científicos han descubierto que el efecto acumulativo a lo largo de los años de la deposición de nitrógeno incrementa la cantidad de nitrógeno que llevan las corrientes de algunas cuencas fluviales. Las tormentas de lluvia y el deshielo pueden arrastrar el nitrato en los suelos hacia estas corrientes.

La acidificación de las Corrientes en el Parque Nacional de Shenandoah ha tenido efectos en algunas especies nativas, como en esta trucha de río.



FOTO DE KATHY TENNESSEN



La deposición de nitrógeno, especialmente cuando aparece combinado con sulfato, puede contribuir a la acidificación de las corrientes. No todos los organismos acuáticos tienen la misma tolerancia a estos episodios, los cuales pueden causar un descenso en la población de peces, anfibios e invertebrados sensibles al ácido.

La deposición de nitrógeno en suelos forestales y alpinos puede afectar a las poblaciones vegetales y a la salud general de los bosques. Décadas de deposición de nitrato y sulfato ácidos han empobrecido la aportación de calcio y aluminio movilizado en algunos suelos forestales. El calcio es esencial para el crecimiento de los árboles, pero el aluminio interfiere en la absorción de este nutriente por las raíces del árbol.

La baja cantidad de calcio en el suelo se ha relacionado con la extinción paulatina de arces de azúcar en algunos bosques del Noreste. Los investigadores están estudiando los bosques de abetos saturados por nitrógeno situados a gran-

El nitrógeno de las corrientes de agua a menudo alcanza un máximo durante la primavera, cuando el deshielo o las tormentas de lluvia pueden arrastrar el nitrato de los suelos.



des altitudes en el Parque Nacional de las Grandes Montañas Humeantes (Tennessee), descubriendo que mientras el aluminio en el agua del suelo aumenta, el calcio en los abetos disminuye, ocasionando quizás que los árboles sean más vulnerables a la sequía y las infestaciones de insectos.

Diferentes experimentos han demostrado que añadir nitrógeno a bosques alpinos y zonas verdes altera el conjunto de las especies. Esas plantas que pueden almacenar y usar el nitrógeno añadido se hacen predominantes.

Efectos en los Sistemas Estuarios

Los numerosos estuarios a lo largo de la costa estadounidense tienen un gran valor económico, estético y ecológico. Las cuencas fluviales recogen agua y dirigen sus cursos hacia los estuarios y otros cuerpos acuáticos. La deposición atmosférica aporta nitrógeno a los estuarios y sus cuencas fluviales. El nitrógeno entra en un estuario desde muchas fuentes, y solamente una parte proviene de la deposición atmosférica (véase el análisis adicional sobre la Bahía de Chesapeake). El tamaño del estuario y la cuenca fluvial son importantes al evaluar la contribución atmosférica en el total de nitrógeno que entra en un estuario.

Los suelos, plantas y animales retienen mucho del nitrógeno depositado en las cuencas hidrográficas. La mayor parte del nitrógeno restante deja estas cuencas en escurrimientos hacia corrientes y ríos. El agua subterránea que lleva nitrógeno puede igualmente entrar en estas vías acuáticas, que llegan hasta los estuarios.

El nitrógeno tiene efectos únicos en cada estuario individual. A lo largo de las costas del Este y del Golfo el nitrógeno favorece el crecimiento de algas. Estas plantas acuáticas microscópicas enturbian el agua y bloquean la luz del sol, lo cual puede interferir con la productividad de la fauna y flora acuática, así como afectar la temperatura y las corrientes de agua. Por ejemplo, las algas pueden inhibir la flora marina que ofrece un hábitat a los peces y mariscos.



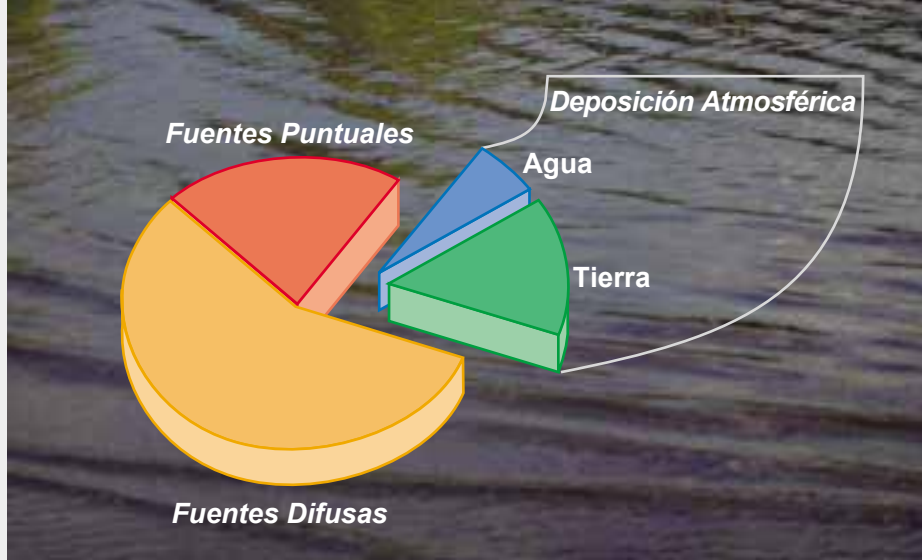
FOTO DE KATHY TONNESSEN

Los bioensayos pueden evaluar la salud de los peces.

Aunque las algas vivas pueden degradar el hábitat, las algas en descomposición pueden también causar efectos mientras completan su ciclo vital, se hunden y se descomponen. La descomposición de las algas y otra materia inerte elimina el oxígeno de las aguas profundas y puede llevar a la hipoxia, una condición en la que existe un nivel bajo de oxígeno. La hipoxia tiene impactos negativos en los grupos de organismos de las profundidades tales como cangrejos, ostras, mejillones y almejas.

¿Cómo se Mide la Deposición de Nitrógeno?

La deposición de nitrógeno ocurre tanto como deposición húmeda como seca. La Red de Tendencias Nacionales (NTN) del Programa Nacional de Deposición Atmosférica (NADP) mide el nitrato y el amonio en muestras de lluvia y nieve semanales, en cerca de 240 lugares representativos a nivel regional, y en un total de 48 estados. El nitrato y el amonio se miden en muestras diarias en otros 10 lugares de la Red de Control de Investigación Atmosférica Integrada (AIRMoN) del NADP. Estas dos redes del NADP miden la deposición húmeda de nitrógeno inorgánico (véase la información adicional sobre NADP).



Fuentes de nitrógeno en la Bahía de Chesapeake.

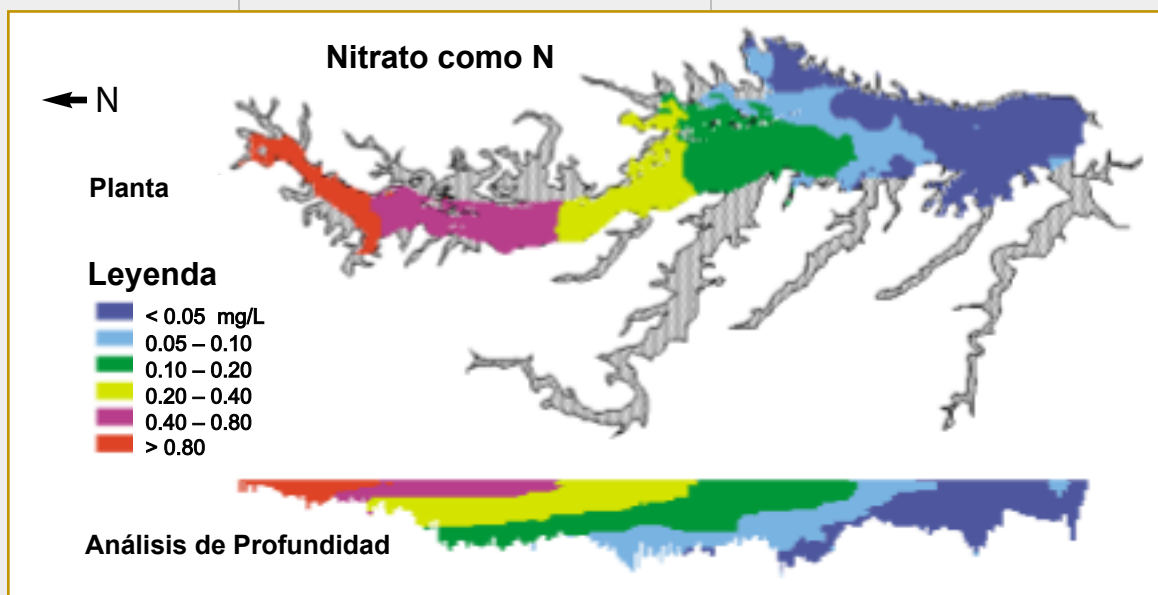
Fuente: Programa de la Bahía de Chesapeake, El Estado de la Bahía de Chesapeake, CBP/TRS 222/108, Octubre 1999.

La Bahía de Chesapeake

La Bahía de Chesapeake, situada en la costa de Maryland y Virginia, es el más grande de los 130 estuarios nacionales. El mayor problema que sufre la bahía es una sobreabundancia de nutrientes, exceso que conlleva un aumento en la producción de algas y materia orgánica, algo que se conoce como eutrofización. El nitrato se acumula en la Bahía durante el invierno y la primavera y, a medida que la temperatura aumenta, el nitrato favorece el crecimiento excesivo de algas. A mediados de verano, la descomposición de las algas y otra materia inerte producen hipoxia en las aguas del fondo de la Bahía (véase “Efectos en los Sistemas Estuarios”).

Los científicos están usando modelos por computadora para simular el complejo ciclo del nitrógeno a través de esta cuenca fluvial terrestre, la cual tiene un área mucho más grande que la Bahía en sí. Para estimar las contribuciones de las principales fuentes de nitrógeno de la Bahía se usaron modelos del Programa de la Bahía de Chesapeake (véase el gráfico de sectores).

El Programa de la Bahía de Chesapeake busca maneras de reducir la cantidad de nitrógeno que entra en la Bahía (véase el mapa), y los datos de alta calidad de las mediciones del NADP ofrecen a la cooperación entre científicos y responsables políticos la información necesaria para que este objetivo se consiga.



Un análisis de calidad del agua del nitrato como N en la Bahía de Chesapeake.

Fuente: Programa de la Bahía de Chesapeake.

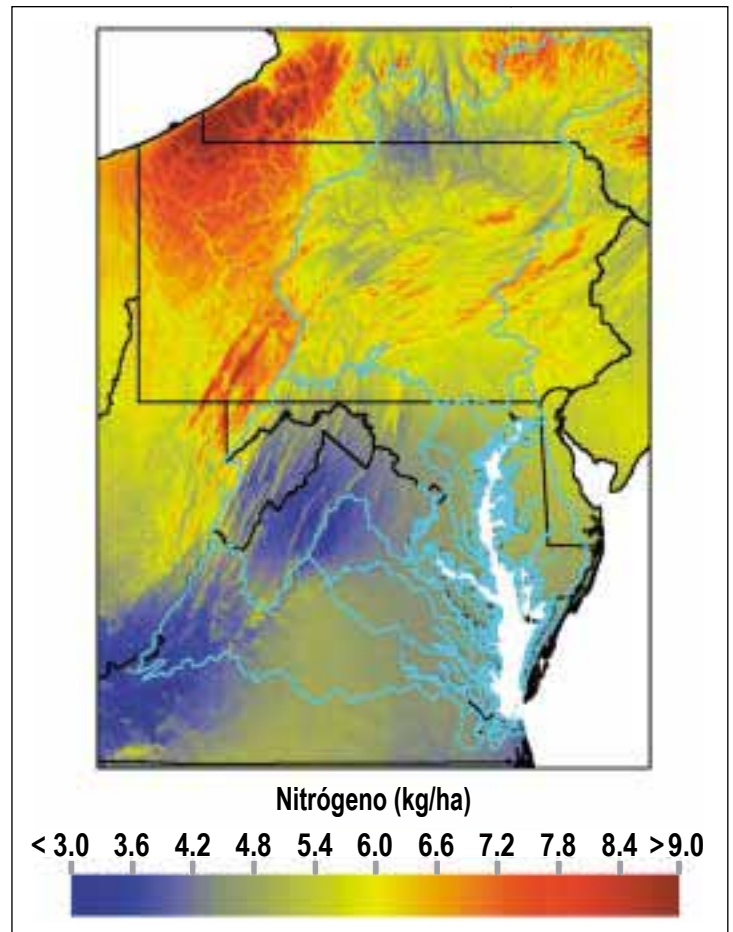
En diferentes localizaciones rurales a lo ancho de los Estados Unidos existen dos redes que miden las concentraciones atmosféricas de ácido nítrico gaseoso y partículas de amonio y nitrato. La Red sobre Tendencias y Estado del Aire Limpio (CASTNet) de la Agencia Norteamericana de Protección Medioambiental opera en 84 localidades.

Las tasas de deposición seca se calculan usando estos datos de concentración y las velocidades de deposición simuladas en un modelo por computadora, en el cual se usan medidas meteorológicas e información sobre el uso de la tierra, la vegetación, y las condiciones de la superficie.

Para calcular la deposición seca de nitrógeno inorgánico se necesita sumar las tasas individuales para el ácido nítrico, el nitrato y el amonio.

La cantidad de nitrógeno depositado por precipitación puede también calcularse para localidades que no tengan un emplazamiento de NTN o AIRMoN. Un enfoque utiliza los datos del NADP sobre la concentración de lluvia, nitrato y amonio, y mapas digitales sobre el terreno. El mapa generado para la cuenca fluvial de la Bahía de Chesapeake con el uso de esta técnica incluye información importante para planificadores, responsables políticos, y la comunidad científica acerca de la compleja relación entre la atmósfera y la salud ecológica de los sistemas estuarios nacionales.

La cabecera de una corriente.



Resumen

El nitrógeno es un macronutriente esencial para todo tipo de seres vivos. La quema de combustibles fósiles, las prácticas de cría de animales, la producción y aplicación de fertilizantes de nitrógeno y otro tipo de actividades humanas añaden anualmente cantidades importantes de compuestos de nitrógeno a la atmósfera. Concentraciones más altas de nitrato y amonio atmosférico producidas por estas actividades provocan un aumento de las tasas de deposiciones húmedas y secas de nitrógeno, y este incremento de la deposición atmosférica puede afectar a los sistemas naturales y agrícolas.

La información sobre la deposición de nitrógeno (como la que el NADP recoge) es importante para los reguladores, responsables políticos y administradores de tierras responsables de la protección de la calidad del aire y el agua, en ecosistemas naturales y controlados.

Estimación de la deposición húmeda de nitrógeno en 1997 en la cuenca fluvial de la Bahía de Chesapeake.

Fuente: J. W. Grimm y J. A. Lynch, Universidad Estatal de Pennsylvania.

Acerca del Programa Nacional de Deposición Atmosférica (NADP)

La evaluación de la deposición atmosférica de nitrógeno es una de las principales funciones del Programa Nacional de Deposición Atmosférica (NADP) – una asociación entre Estaciones Estatales de Experimentación Agrícola, agencias gubernamentales federales, estatales y locales, universidades, instituciones públicas, organizaciones Nativo Americanas y empresas. El continuo compromiso de estas organizaciones posibilita que NADP proporcione el único informe existente a largo plazo sobre precipitación química en los Estados Unidos. Los científicos, responsables políticos, y el público hacen uso de la información obtenida a la hora de examinar cuestiones a las que el país se enfrenta (en cuanto a salud, medio ambiente o agricultura), incluyendo asimismo decisiones relacionadas con la política relativa a las enmiendas a la Ley del Aire Limpio.

NADP se formó en 1977 para abordar el problema de la deposición atmosférica y sus efectos en cultivos agrícolas, bosques, tierras de pastoreo, aguas superficiales y en otros recursos naturales. NADP coordina cerca de 240 centros en la Red de Tendencias Nacionales, la cual recoge muestras semanales de precipitación para su análisis químico. Las muestras se analizan en el Laboratorio Analítico Central del programa en Madison, Wisconsin, para determinar la cantidad de ciertos químicos, donde se incluyen el nitrato y el amonio. En los 90 se unieron a NADP otras dos redes: La Red de Control de Investigación Atmosférica Integrada (AIRMoN) en 1992, y la Red de Deposición de Mercurio (MDN) en 1996. El programa de deposiciones húmedas de AIRMoN evalúa los efectos que los cambios de emisión tienen en la precipitación química, combinando las mediciones con los modelos atmosféricos. La MDN investiga la importancia de la deposición atmosférica como fuente de mercurio en los lagos y corrientes.

NADP está apoyado por un número de agencias federales, entre las que se incluyen la Autoridad del Valle de Tennessee, el Departamento Norteamericano de Agricultura (Servicio de Cooperación en Investigación Estatal, Educación, y Divulgación Agrícola, y Dirección Forestal), el Departamento Norteamericano de Comercio (Administración Oceánica y Atmosférica Nacional), el Departamento Norteamericano de Interior (Agencia de Planificación Urbana, Dirección de Parques Naturales, Dirección de Pesca y Fauna Silvestre de EE.UU. y la Oficina de Estudios Geológicos de los EE.UU.), y la Agencia Norteamericana de Protección Medioambiental. También tiene apoyo adicional de otras agencias federales, Estaciones Estatales de Experimentación Agrícola, agencias gubernamentales federales, estatales y locales, universidades, organizaciones Nativo Americanas y de investigación (públicas y privadas).

Para más información, favor de comunicarse con:

NADP Program Office
Wisconsin State Laboratory of Hygiene
465 Henry Mall Madison,
Wisconsin 53706
E-mail: nadp@slh.wisc.edu
Internet: <http://nadp.slh.wisc.edu>

NATIONAL ATMOSPHERIC DEPOSITION PROGRAM

A Cooperative Research Support Program of the
State Agricultural Experiment Stations (NRS-3)
Federal and State Agencies
and Private Research Organizations



El Servicio Hidrológico del Estado de Illinois es una Agencia Afiliada de la Universidad de Illinois y una Unidad del Departamento de Recursos Naturales de Illinois.

TÉRMINOS CLAVE

Amoniaco/Amonio

Compuestos de nitrógeno e hidrógeno que se disuelven fácilmente en agua. En agua rica en oxígeno, el amonio se convierte fácilmente en nitrato, y en agua pobre en oxígeno se convierte en nitrógeno molecular. El amonio y el nitrato comprenden la mayoría del nitrógeno inorgánico en la precipitación.

Deposición Atmosférica

El proceso por el que unas partículas del aire y gases son depositados en la superficie de la tierra por deposición húmeda (precipitación) o por deposición seca (procesos tales como sedimentación, acumulación y adsorción).

Deposición Seca

Deposición atmosférica que ocurre cuando diferentes partículas se asientan en una superficie, colisionan o se adhieren a una superficie, o cuando los gases se pegan a una superficie (adsorción) o son absorbidos.

Estuario

Un brazo del mar en la desembocadura de una corriente o un río, donde el agua dulce y el agua salada se encuentran.

Eutrofización

Un proceso en el que los nutrientes degradan la calidad del agua debido a un crecimiento excesivo de vegetales y animales microscópicos. Al morir y descomponerse esta materia, en algunas ocasiones elimina del agua tanta cantidad de oxígeno disuelto que los peces y otros organismos no pueden sobrevivir.

Hipoxia

Una condición de poco oxígeno donde vegetales y animales microscópicos en descomposición en aguas estuarios eliminan el oxígeno a un nivel más bajo del necesario para la supervivencia de la mayoría de animales acuáticos. Aunque los peces y camarones pueden migrar de áreas hipóxicas, otros pobladores de

zonas profundas con menos movilidad no pueden.

Nitrato

Compuesto de nitrógeno y oxígeno altamente soluble en agua. El nitrato es estable ante una gran variedad de condiciones medioambientales y es fácilmente transportado en aguas superficiales y subterráneas.

Nitrógeno

El nitrógeno molecular (N_2), un gas extremadamente estable, comprende el 78% de la atmósfera. Transformar este gas en otros compuestos químicos requiere de mucha energía. Otros compuestos de nitrógeno incluyen el nitrato y el amoniaco/amonio.

Cuenca Fluvial

Una superficie terrestre por la que el agua se drena hacia un lago, corriente, río, estuario o bahía.

Deposición Húmeda

Deposición atmosférica que ocurre cuando la lluvia, la nieve o la niebla transportan partículas a la superficie de la Tierra.



RECURSOS

Fenn, M.E., M.A. Poth, J.D. Aber, J.S. Baron, B.T. Bormann, D.W. Johnson, A.D. Lemly, S.G. McNulty, D.F. Ryan, and R. Stottelmeyer. 1998. Nitrogen Excess in North American Ecosystems: a Review of Geographic Extent, Predisposing Factors, Ecosystem Responses, and Management Strategies. *Ecol. Appl.* 8:706-733.

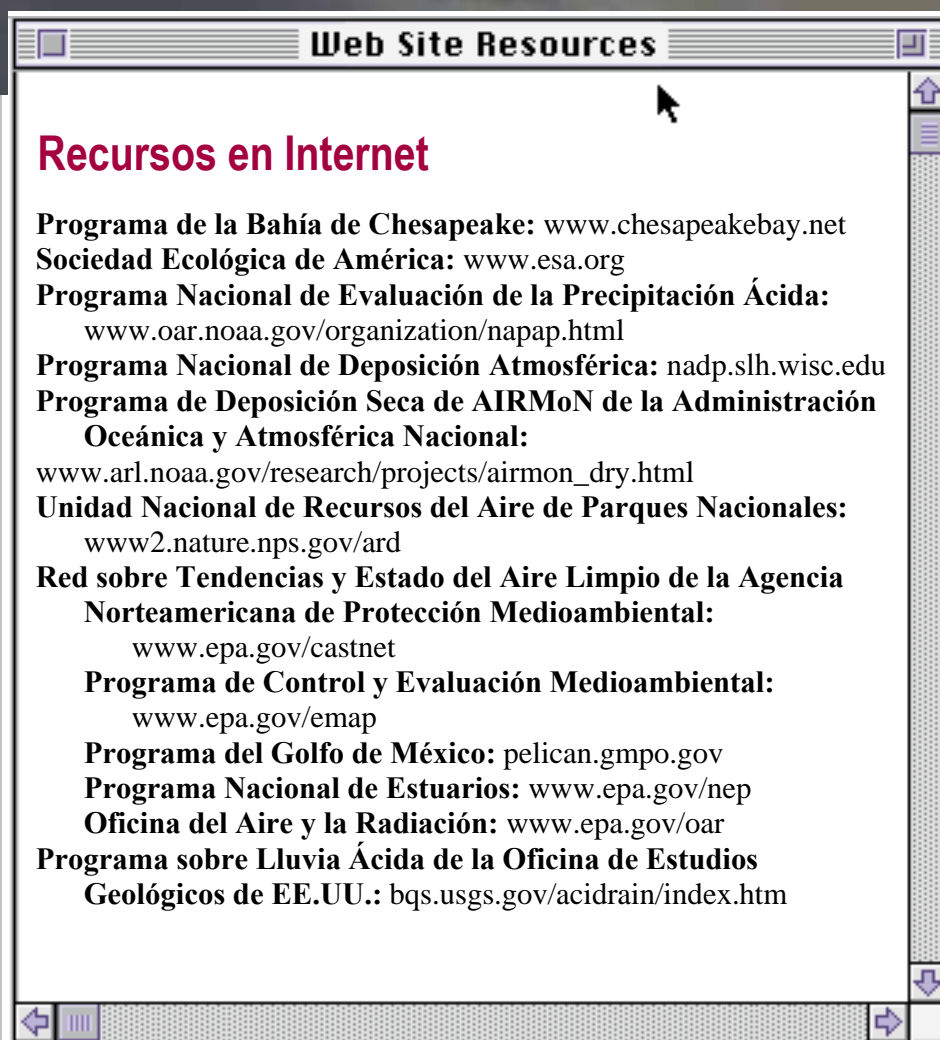
Galloway, J.N., H. Levy III, and P.S. Kasibhatla. 1994. Year 2020: Consequences of Population Growth and Development on the Deposition of Oxidized Nitrogen. *Ambio* 23:120-123.

National Science and Technology Council Committee on Environment and Natural Resources Air Quality Subcommittee. 1999. *The Role of Monitoring Networks in the Management of the Nation's Air Quality*. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office. (<http://www.nnic.noaa.gov/CENR/cenr.html>)

Stoddard, J. 1994. Long-term Changes in Watershed Retention of Nitrogen; Its Causes and Aquatic Consequences. In Baker, L.A. (ed.) *Environmental Chemistry of Lakes and Reservoirs*. Washington, D.C.: American Chemical Society: pp. 223-284.

Vitousek, P.M., J.D. Aber, R.W. Howarth, G.E. Likens, P.A. Matson, D.W. Schindler, W.H. Schlesinger, and D.G. Tilman. 1997. Human Alteration of the Global Nitrogen Cycle: Sources and Consequences. *Ecol. Appl.* 7(3):737-750.

Williams, J.N., J. Baron, R. Caine, R. Sommerfeld, and J.R. Sanford. 1996. Nitrogen Saturation in the Rocky Mountains. *Environ. Sci. & Tech.* 30:640-646.



Recursos en Internet

- Programa de la Bahía de Chesapeake:** www.chesapeakebay.net
- Sociedad Ecológica de América:** www.esa.org
- Programa Nacional de Evaluación de la Precipitación Ácida:** www.oar.noaa.gov/organization/napap.html
- Programa Nacional de Deposición Atmosférica:** nadp.slh.wisc.edu
- Programa de Deposición Seca de AIRMoN de la Administración Oceánica y Atmosférica Nacional:** www.arl.noaa.gov/research/projects/airmon_dry.html
- Unidad Nacional de Recursos del Aire de Parques Nacionales:** www2.nature.nps.gov/ard
- Red sobre Tendencias y Estado del Aire Limpio de la Agencia Norteamericana de Protección Medioambiental:** www.epa.gov/castnet
- Programa de Control y Evaluación Medioambiental:** www.epa.gov/emap
- Programa del Golfo de México:** pelican.gmpo.gov
- Programa Nacional de Estuarios:** www.epa.gov/nep
- Oficina del Aire y la Radiación:** www.epa.gov/oar
- Programa sobre Lluvia Ácida de la Oficina de Estudios Geológicos de EE.UU.:** bqs.usgs.gov/acidrain/index.htm

COLABORADORES DEL NADP

Estaciones Estatales de Experimentación Agrícola

Auburn Univ.-Black Belt Substa.; Auburn Univ.-Sand Mtn. Substa.; Colorado State Univ.-Central Plains Experimental Range; Cornell Univ.-Aurora Res. Farm; Iowa State Univ.-McNay Res. & Demonstration Farm; Kansas State Univ.-Konza Prairie; Louisiana State Univ.-Iberia Res. Sta.; Louisiana State Univ.-Southeast Res. Sta.; Montana State Univ.-Northern Ag. Res. Ctr.; North Carolina State Univ.-Finley Farm; North Carolina State Univ.-Horticultural Crops Res. Sta.; North Carolina State Univ.-Peanut Belt Res. Sta.; North Carolina State Univ.-Piedmont Res. Sta.; Ohio State Univ.-Eastern Ohio R&D Ctr.; Ohio State Univ.-Ohio Ag. R&D Ctr.; Oklahoma State Univ.-Goodwell Res. Sta.; Oregon State Univ.-Hyslop Farm; Pennsylvania State Univ.-School of Forest Resources; Pennsylvania State Univ.-Fruit Res. & Extension Ctr.; Purdue Univ.-Purdue Ag. Res. Ctr.; Purdue Univ.-Southwest-Purdue Ag. Ctr.; South Dakota State Univ.-Cottonwood Range Livestock Field Sta.; Texas A&M Univ.-Texas A&M Ag. Res. Sta.-Beeville; Texas A&M Univ.-Texas A&M Ag. Res. Sta.-Sonora; Univ. of Arkansas-Ag. Res. & Extension Ctr.; Univ. of California-Davis; Univ. of California-Hopland Field Sta.; Univ. of Florida-Bradford Forest; Univ. of Georgia-Coastal Plain Exp. Sta.; Univ. of Georgia-Georgia Exp. Sta.; Univ. of Illinois-Dixon Springs Ag. Ctr.; Univ. of Illinois-Northern Illinois Agron. Res. Ctr.; Univ. of Illinois-Northwestern Illinois Ag. Res. & Demonstration Ctr.; Univ. of Maine-Greenville Sta.; Univ. of Maryland-Wye Res. & Education Ctr.; Univ. of Massachusetts-Suburban Exp. Sta.; Univ. of Michigan-Biological Sta.; Univ. of Michigan-Kellogg Biological Sta.; Univ. of Minnesota-Southwest Res. & Outreach Ctr.; Univ. of Missouri-Baskett Wildlife Area; Univ. of Missouri-Univ. Forest; Univ. of Nebraska-Ag. R&D Ctr.; Univ. of Nebraska-North Platte Ag. Exp. Sta.; Univ. of Vermont-Proctor Maple Res. Ctr.; Univ. of Wisconsin-Spooner Ag. Res. Sta.; Utah State Univ.-Utah Ag. Exp. Sta.; Virginia Polytechnic Inst. & State Univ.-Horton Res. Ctr.; Washington State Univ.-Palouse Conservation Farm

Universidades

Alfred Univ.; Colorado State Univ.; Cornell Univ.; Eastern Kentucky Univ.; Miami Univ. of Ohio; Murray State Univ.; New Mexico State Univ.; North Carolina State Univ.-Southern Oxidant Study; Pennsylvania State Univ.; State Univ. of New York-Albany; State Univ. of New York-Fredonia; State Univ. of New York-Oswego; State Univ. of New York-Syracuse; Texas A&M Univ.; Univ. of Alaska, Fairbanks-Water & Environmental Res. Ctr.; Univ. of Arkansas-Monticello; Univ. of Colorado-Inst. of Arctic & Alpine Res.; Univ. of Delaware; Univ. of Kentucky-Ctr. for Applied Energy Res.; Univ. of Massachusetts; Univ. of Michigan-Biological Sta.; Univ. of Minnesota; Univ. of Missouri; Univ. of New Hampshire; Univ. of Oklahoma; Univ. of Puerto Rico; Univ. of South Carolina-Baruch Inst. for Marine Biology & Coastal Res.; Univ. of Vermont; Univ. of Virginia; Washington Univ.-Tyson Res. Ctr.

Agencias del Gobierno de los Estados Unidos

National Aeronautics & Space Admin.; National Science Foundation-Long-Term Ecological Res. Program; Tennessee Valley Authority; U.S. Dept. of Agriculture (*Ag. Res. Service, Cooperative State Res. Education & Extension Service, Science & Education Admin.*); U.S. Dept. of Agriculture/Forest Service (*Wildlife, Fish, Water & Air Res., Bitterroot Nat'l Forest, Bridger-Teton Nat'l Forest, Coweeta Hydrologic Lab., Forest Sciences Lab.-Delaware, Ohio, Fremont Nat'l Forest, Gifford Pinchot Inst. for Conservation Studies, Hiawatha Nat'l Forest, H.J. Andrews Experimental Forest, Hubbard Brook Experimental Forest, Huron-Manistee Nat'l Forest, Kane Experimental Forest, Medicine Bow-Routt Nat'l Forest, North Central Res. Sta., Northeastern Res. Sta., Pacific Northwest Res. Sta., Pacific Southwest Res. Sta., Rocky Mtn. Res. Sta., San Juan Nat'l Forest, Shoshone Nat'l Forest, Southern Res. Sta., Superior Nat'l Forest, White River Nat'l Forest*); U.S. Dept. of Commerce/National Oceanic & Atmospheric Admin. (*Air Resources Lab., Atmospheric Turbulence & Diffusion Div., Nat'l Weather Service*); U.S. Dept. of Defense/U.S. Military Academy; U.S. Dept. of Energy (*Argonne Nat'l Lab., Los Alamos Nat'l Lab., Nat'l Energy Tech. Lab., Oak Ridge Nat'l Lab.*); U.S. Dept. of Interior/Bureau of Land Mgt. (*Nat'l Applied Resource Sciences Ctr., Lander Field Ofc.-Wyoming, Las Vegas Field Ofc.-Nevada, Little Snake Field Ofc.-Colorado, Safford Field Ofc.-Arizona*); U.S. Dept.

of Interior/Bureau of Reclamation; U.S. Dept. of Interior/National Park Service (*Air Resources Div., Acadia Nat'l Park, Allegheny Portage Railroad Nat'l Historic Site, Assateague Island Nat'l Seashore, Bandelier Nat'l Monument, Big Bend Nat'l Park, Bryce Canyon Nat'l Park, Buffalo Nat'l River, Canyonlands Nat'l Park, Cape Cod Nat'l Seashore, Capulin Volcano Nat'l Monument, Chiricahua Nat'l Monument, Craters of the Moon Nat'l Monument, Death Valley Nat'l Park, Denali Nat'l Park, Everglades Nat'l Park, Glacier Nat'l Park, Grand Canyon Nat'l Park, Great Basin Nat'l Park, Great Smoky Mtns. Nat'l Park, Guadalupe Mtn. Nat'l Park, Hawaii Volcanoes Nat'l Park, Indiana Dunes Nat'l Lakeshore, Isle Royale Nat'l Park, Joshua Tree Nat'l Park, Lassen Volcanic Nat'l Park, Little Big Horn Battlefield Nat'l Monument, Mesa Verde Nat'l Park, Mt. Rainier Nat'l Park, North Cascades Nat'l Park, Olympic Nat'l Park, Organ Pipe Cactus Nat'l Monument, Pinnacles Nat'l Monument, Rocky Mtn. Nat'l Park, Sequoia Nat'l Park, Shenandoah Nat'l Park, Theodore Roosevelt Nat'l Park, Valley Forge Nat'l Historical Park, Virgin Islands Nat'l Park, Voyageurs Nat'l Park, Yellowstone Nat'l Park, Yosemite Nat'l Park*); U.S. Dept. of Interior/U.S. Fish & Wildlife Service (*Air Quality Branch, Attwater Prairie Chicken Nat'l Wildlife Refuge, Cape Romain Nat'l Wildlife Refuge, Chassahowitzka Nat'l Wildlife Refuge, Edwin B. Forsythe Nat'l Wildlife Refuge, Hatchie Nat'l Wildlife Refuge, Mingo Nat'l Wildlife Refuge, Muleshoe Nat'l Wildlife Refuge, Okefenokee Nat'l Wildlife Refuge, Salt Plains Nat'l Wildlife Refuge, Santee Nat'l Wildlife Refuge, Seney Nat'l Wildlife Refuge*); U.S. Dept. of Interior/U.S. Geological Survey; U.S. Environmental Protection Agency (*Ofc. of Air & Radiation-Clean Air Markets Div., Ofc. of Wetlands, Oceans, and Watersheds, Nat'l Health & Environmental Effects Res. Lab.-Western Ecology Div.*)

Agencias de Gobiernos Estatales y Locales

Alabama Dept. of Environmental Mgt.; Arkansas Dept. of Environmental Quality; Delaware Dept. of Natural Resources & Environmental Conservation Trap Pond State Park; Florida Dept. of Environmental Protection; Fort Worth, Texas, Dept. of Environmental Mgt.; Illinois State Water Survey; Indiana Dept. of Environmental Mgt.; Iowa Conservation Commission; Kansas Dept. of Wildlife & Parks; Louisiana Dept. of Environmental Quality; Maine Dept. of Environmental Protection; Maryland Dept. of Natural Resources; Massachusetts Dept. of Environmental Protection; Minnesota Pollution Control Agency; Missouri Dept. of Natural Resources; New Hampshire Dept. of Environmental Services; New Jersey Dept. of Environmental Protection; New Mexico Environment Dept.; North Carolina Dept. of Environment, Health, & Natural Resources; North Dakota State Parks & Recreation-Icelandic State Park; Northeast States for Coordinated Air Use Mgt.; Oklahoma Conservation Commission; Pennsylvania Dept. of Conservation & Natural Resources; Pennsylvania Dept. of Environmental Resources; Portland, Oregon, Water Bureau; San Francisco Estuary Inst.; San Jose Environmental Services Dept.; Siskiyou County, California-Air Pollution Control Dist.; South Carolina Dept. of Health & Environmental Control; South Carolina Dept. of Natural Resources; South Florida Water Mgt. Dist.; St. Johns River Water Mgt. Dist.; Texas Natural Resource Conservation Commission; Vermont Dept. of Environmental Conservation; Wisconsin Dept. of Natural Resources

Industrias

Advance Tech. Systems, Inc.; Atmospheric Res. & Analysis, Inc.; BP Amoco; Constellation Energy Group; Dynamac Corp.; Exxon Mobil Corp.; Florida Power & Light Co.; Frontier Geosciences, Inc.; Harding ESE, Inc.; Lockheed Martin Energy Res.; SF Phosphates, Ltd.; Southern Company; Union Camp Corp.; Westinghouse Savannah River Co.

Tribus y Organizaciones Nativo-Americanas

Fond du Lac Reservation; Fort Peck Tribes; Grand Traverse Band; Lac Courte Oreilles Tribe; Menominee Indian Tribe; Mille Lacs Band of Ojibwe; Penobscot Nation; St. Regis Mohawk Tribe

Otras Organizaciones de Investigación

Black Rock Forest Inst.; Electric Power Res. Inst.; Environment Canada-Atmospheric Environment Branch; Environment Canada-Air Quality Res. Branch; Environment Canada-Environmental Conservation Service; Environment Canada-Meteorological Service of Canada; Green River High School, Utah; Huntsman Marine Science Centre, Canada; Ministère de l'Environnement du Québec; New Brunswick Dept. of Environment; North Woods Audubon Nature Ctr., Minnesota; Wolf Ridge Environmental Learning Ctr., Minnesota

