

Actividades relacionadas con el ciclo del

NITRÓGENO en EUROPA

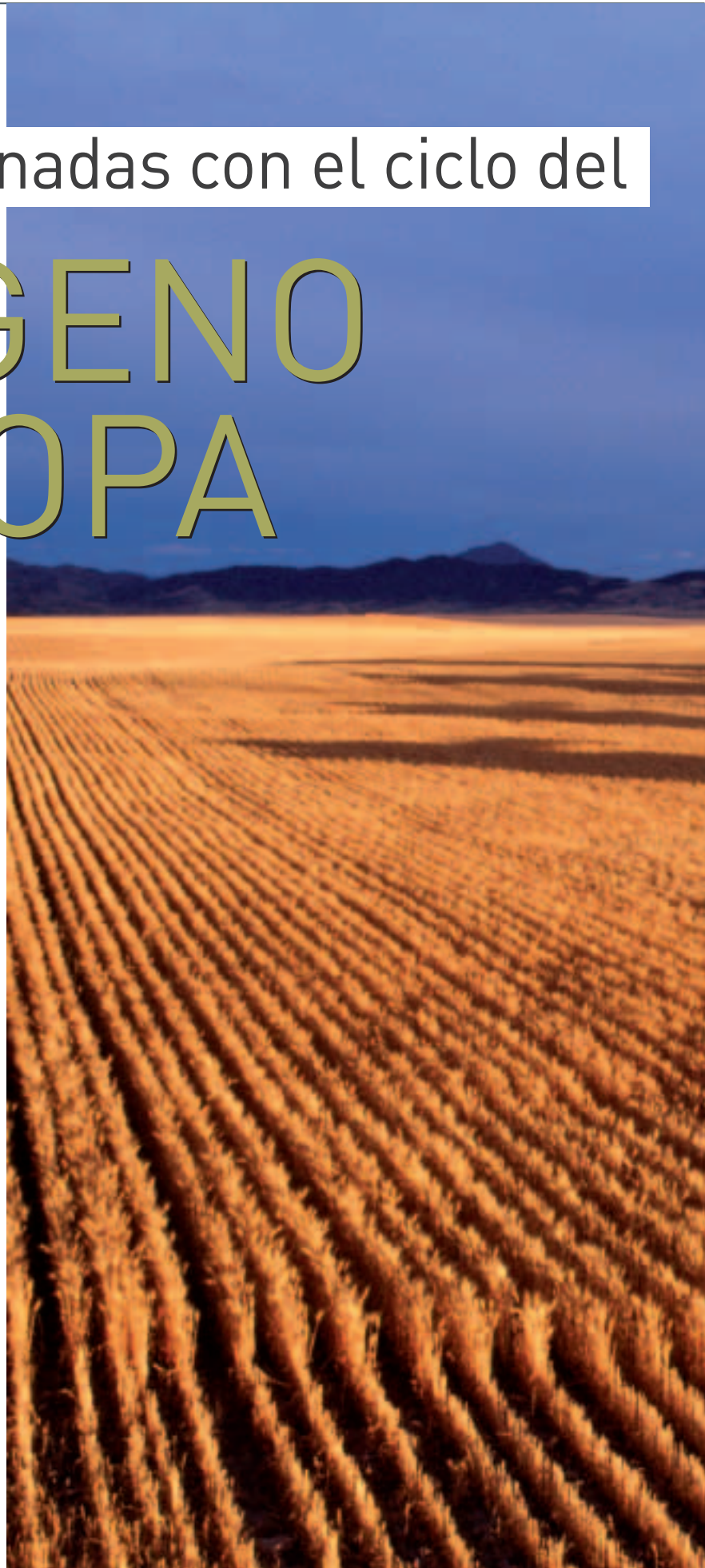
El exceso de nitrógeno es un importante problema que se entrelaza con la mayoría de los sectores sociales e influye en los problemas medioambientales de Europa: el cambio climático, la biodiversidad, la salud de los ecosistemas, la salud humana y la contaminación del agua subterránea. En 2007 hubo varias iniciativas para abordar este problema de una forma integrada y multidisciplinar, como *NinE* (Nitrógeno en Europa), *COST Action 729*, *NitroEurope-IP* y el grupo de investigación *Task Force* sobre Nitrógeno Reactivo. Con estos programas, científicos y políticos disponen de un foro común para estudiar el estado del problema del nitrógeno y su solución futura.

Por **A. BLEEKER**^{1*}, **S. REIS**², **C. BRITTON**², **J.W. ERISMAN**¹ & **M.A. SUTTON**².

(1) Centro de Investigación sobre la Energía de los Países Bajos. Unidad de Estudios sobre Biomasa, Carbón y Medio Ambiente, Petten, Países Bajos.

(2) Centro para la Ecología e Hidrología, Penicuik, Reino Unido.

* A. Bleeker; email: a.bleeker@ecm.nl



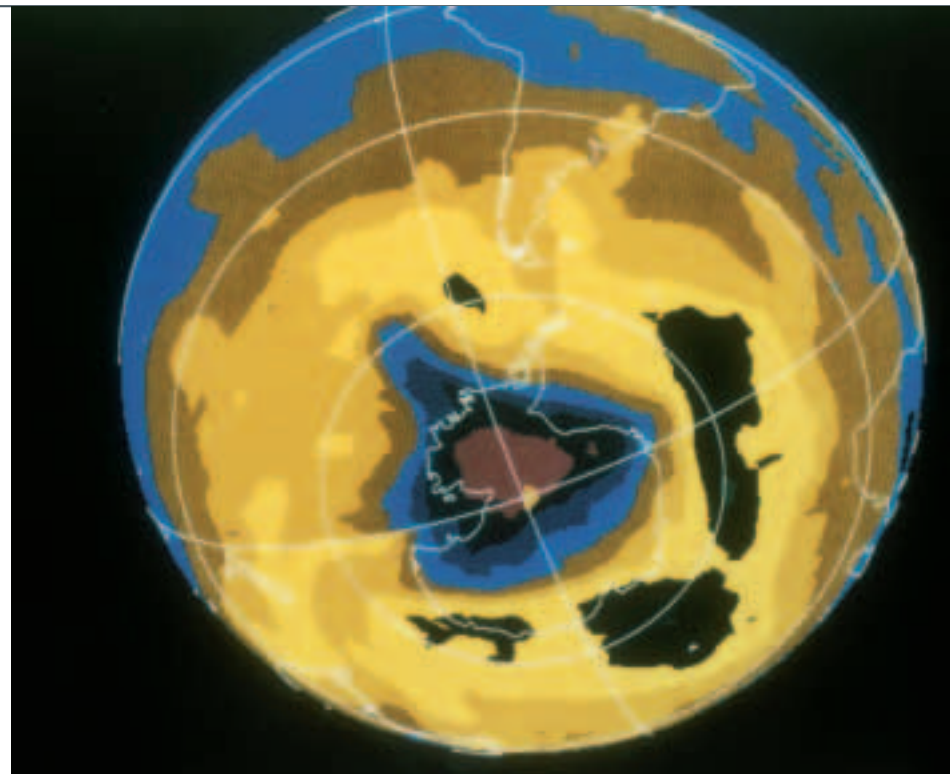
La intensificación de la actividad agrícola y la combustión de carburantes fósiles aumentan el volumen de nitrógeno reactivo.



Age Fotostock

Los ecosistemas europeos se ven amenazados por la presión que ejerce sobre ellos una multitud de fenómenos, entre los cuales pueden citarse los cambios en el uso del suelo, la composición atmosférica y el clima. Estas alteraciones de origen antropogénico provocan cambios significativos en el agua y en los ciclos de los nutrientes. De manera global, el ciclo de uno de los nutrientes que mayor perturbación está padeciendo es el ciclo atmosférico del nitrógeno: según estimaciones realizadas, este ciclo está alterado en más del 80%, mientras que el ciclo del carbono sufre, en comparación, una alteración de menos del 10%. La intensificación de la actividad agrícola y la combustión de carburantes fósiles aumentan el volumen de nitrógeno reactivo, y estos compuestos, una vez liberados en la atmósfera, tienen una serie de efectos en cascada para la salud humana y los ecosistemas. Las actividades agrícolas liberan, por una parte, amoníaco (NH_3), óxido nitroso (N_2O) y óxido nítrico (NO) a la atmósfera, y por otra, nitrato (NO_3^-) y amonio (NH_4^+) a los acuíferos. De la combustión de carburantes fósiles originada tanto en fuentes estacionarias como móviles es bien sabido que se desprende monóxido de nitrógeno (NO) y dióxido de nitrógeno (NO_2) (compuestos que se conocen genéricamente como NO_x). Los equipos que se instalan con el fin de reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno, por ejemplo los catalizadores de los automóviles, producen también emisiones pequeñas, aunque significativas, de NH_3 y N_2O .

El NO y el NO_2 reaccionan con compuestos volátiles orgánicos (COV), produciendo un aumento de la concentración del ozono troposférico (O_3)



Age Fotostock

Los principales factores de cambio en el ciclo europeo del nitrógeno son la fijación antropogénica del nitrógeno causada por la agricultura, que provoca emisiones de NH_3 , N_2O , NO y NO_3^- , y la importación de nutrientes de otras partes del mundo a través de concentrados, alimentos y procesos de combustión a alta temperatura que oxidan el dinitrógeno elemental (N_2) de la atmósfera, formando óxidos de nitrógeno (NO_x). El exceso de nitrógeno presente en estas formas reactivas es la causa de un gran número de problemas medioambientales:

- El NO y el NO_2 reaccionan con compuestos volátiles orgánicos (COV), produciendo un aumento de la concentración del ozono troposférico (O_3) que repercute en las cosechas, la vegetación natural y la salud humana. El incremento de la formación de ozono en la troposfera está también contribuyendo de manera significativa al efecto invernadero.

- El NH_3 reacciona con ácidos presentes en la atmósfera, entre ellos el ácido nítrico (HNO_3) resultante de las emisiones de NO_x , y produce un aerosol fino, constituido, por ejemplo, por nitrato amónico (NH_4NO_3) o sulfatos amónicos (p. ej., NH_4HSO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$). Estos aerosoles se desplazan a largas distancias en la atmósfera, depositando N reactivo a muchos kilómetros de su fuente de origen.
- Los aerosoles con contenido de N aumentan la dispersión de la luz, con la consiguiente disminución de la visibilidad, y tienen un efecto negativo directo en el equilibrio radiativo global. Por otra parte, los aerosoles actúan como «núcleo de condensación de nubes», produciendo un efecto indirecto de enfriamiento global.
- Los aerosoles con contenido de N pueden ser respirados, lo que puede provocar enfermedades coronarias y respiratorias.
- La deposición de N oxidado (NO_y) y N reducido (NH_x) da lugar a la eutrofización de ecosistemas acuáticos y terrestres con niveles bajos de nutrientes, reduciendo la biodiversidad. En particular, la acumulación local de NH_x

puede llegar a ser considerable, causando pérdida de biodiversidad en hábitat vulnerables.

- La deposición de NO_y y NH_x en ecosistemas terrestres puede dar lugar a la acidificación del suelo, con los consiguientes cambios en la composición de especies y la calidad del agua. En el ámbito europeo, la potencial contribución del N a la acidificación es actualmente mayor que la del azufre.
- El arrastre y la lixiviación del N agrícola son causa del aumento de las concentraciones de NO_3^- en las aguas subterráneas y superficiales, con riesgos para la salud humana provenientes del agua potable y cambios en los sistemas acuáticos.
- El exceso de flujos de N en los ríos y la deposición atmosférica en aguas costeras dan lugar a la eutrofización de las áreas marinas, con las posteriores floraciones de algas e hipoxia. La deposición atmosférica es también una importante fuente de nitrógeno en los ecosistemas marinos.

Según las estimaciones, el actual ciclo del nitrógeno está alterado en más del 80%, mientras que el ciclo del carbono sufre, en comparación, una alteración inferior al 10%

- El N_2O es uno de los gases causantes del efecto invernadero y contribuye a un ~12% del potencial de calentamiento global con origen antropogénico, aunque también interviene en la química atmosférica dando lugar a la destrucción del O_3 estratosférico.
- El aporte adicional de N procedente de la deposición atmosférica afecta también a los flujos de CO_2 y CH_4 entre ecosistemas y la atmósfera de una manera positiva (sumidero) y negativa (fuente), incidiendo de forma secundaria en el equilibrio radiativo global. La deposición de nitrógeno tiene importancia para la absorción del carbono en ecosistemas terrestres, un método muy bien aceptado para contrarrestar las crecientes concentraciones de dióxido de carbono. La actual fertilización de bosques mediante la de-

posición equilibrada de N tiene como resultado no sólo un mayor crecimiento de las especies que los componen, sino también una mayor absorción de carbono.

Cuando son emitidos al medio ambiente, los compuestos del nitrógeno pueden contribuir a varios de estos efectos en cascada antes de depositarse en un sumidero final en forma de moléculas de N_2 o quedar inmovilizados en suelos o sedimentos. Esta sucesión de efectos del nitrógeno puede ilustrarse viendo la trayectoria del nitrógeno excretado por el ganado: una parte significativa se emite como NH_3 , con emisiones adicionales en forma de N_2O , NO y NO_3^- . La posterior deposición atmosférica del NH_3 da lugar a nuevas emisiones de N_2O y NO y a la lixiviación de NO_3^- . La atmósfera proporciona un medio para la amplia dispersión del nitrógeno, provocando la alteración del ciclo del nitrógeno en áreas alejadas de la intervención humana directa.

A la vista de los efectos descritos en las líneas anteriores, se desprende con claridad que el exceso del nitrógeno es un problema importante que se entrelaza con la mayoría de los principales sectores de la sociedad e interviene en la influencia directa o indirecta que éstos tienen en los problemas medioambientales que aquejan a Europa: el cambio climático, la biodiversidad, la salud de los ecosistemas, la salud humana y la contaminación del agua subterránea, entre otros. El desequilibrio del ciclo del nitrógeno ha sido también recientemente objeto de estudio en la revista *Science* por parte de Galloway y otros investigadores (2008), que se ocupan del nitrógeno desde una perspectiva global. Los



El nitrógeno excretado por el ganado es un ejemplo de los efectos en cascada que provoca su emisión al medio ambiente.

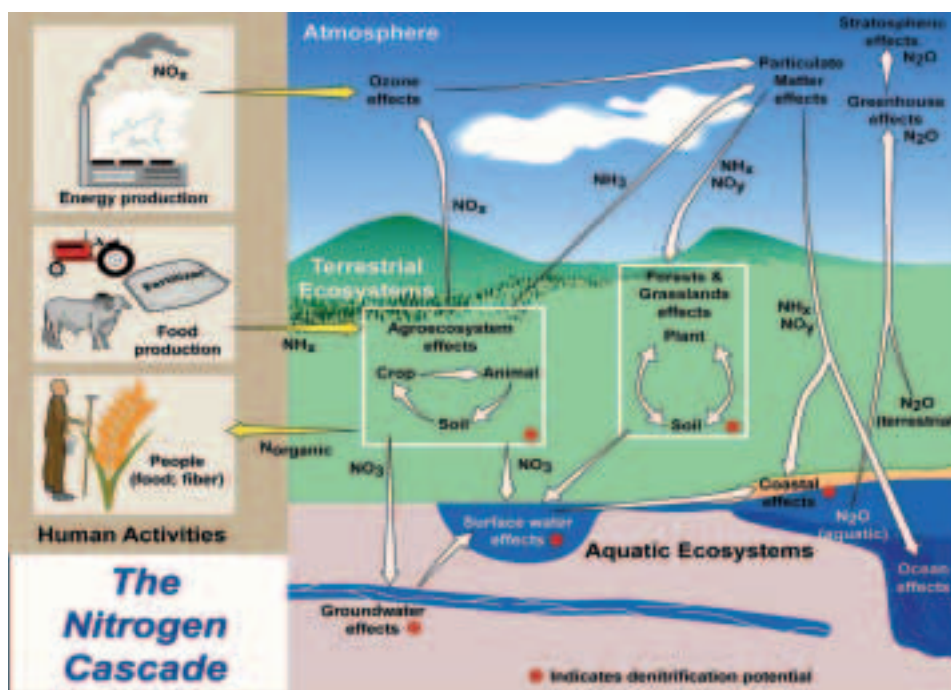


Figura 1. Los efectos en cascada del nitrógeno. Fuente: Galloway y otros (www.initrogen.org).

autores exponen claramente la necesidad de utilizar un amplio enfoque interdisciplinar y de desarrollar estrategias que, por un lado, optimicen el empleo de un recurso clave para el ser humano y, por otro, reduzcan los residuos que contengan nitrógeno y, por consiguiente, sus consecuencias negativas.

Nitrógeno en Europa (NinE): problemas actuales y soluciones futuras

Un programa que trata de definir el estado actual del conocimiento sobre los problemas relacionados con el nitrógeno es Nitrógeno en Europa (NinE), que aborda las cuestiones que tendrán una importancia fundamental en la búsqueda de soluciones para el futuro, al tiempo que estudia el ciclo del nitrógeno en Europa en su conjunto. NinE es un programa de investigación de la Fundación Europea para la Ciencia (ESF) con una duración prevista de cinco años, iniciado en marzo de 2006, que busca la integración de la actividad investigadora y los investigadores que trabajan en Eu-

ropa. Su objetivo final es elaborar un informe de evaluación del estado de los conocimientos sobre el nitrógeno en Europa y sus fuentes, transformaciones y efectos, así como reunir los elementos necesarios que sirvan de base para la recomendación de futuras soluciones (ver también la sección dedicada al Informe de Evaluación sobre el Nitrógeno en Europa, ENA).

Hasta ahora nunca se había realizado una evaluación de todos los problemas que se derivan del exceso de nitrógeno y su interacción. Con anterioridad, los esfuerzos científicos se habían dedicado principalmente a los procesos de la producción y los flujos de nitrógeno derivados de formas químicas concretas del nitrógeno en diferentes compartimentos medioambientales o a problemas medioambientales determinados (véase también más arriba). De manera significativa, se ha trabajado con modelos que comienzan a componer el ciclo del nitrógeno y lo relacionan con el ciclo del carbono, pero incluso en estos casos sólo se abordaban en conjunto al-

gunos problemas planteados por el nitrógeno. Por ejemplo, los estudios sobre contaminación aérea transfronteriza han agrupado cuestiones como la acidificación, la eutrofización terrestre y el ozono troposférico causados por los óxidos de nitrógeno y amoníaco (por ejemplo, el Convenio sobre Transporte a Larga Distancia de Contaminantes Atmosféricos de UN-ECE). En la actualidad, las investigaciones están integrando estas cuestiones con las relacionadas con las partículas atmosféricas y los gases de efecto invernadero, aunque todavía estamos lejos de un estudio totalmente integrado del nitrógeno. NinE fomentará



la realización de estas conexiones, extendiendo el análisis por primera vez a los nueve problemas relacionados con el nitrógeno. El programa está creando la red científica europea necesaria para cuantificar estas interacciones y generar la base para el desarrollo de soluciones futuras.

Los nueve objetivos de *NinE*

En síntesis, *NinE* tiene los siguientes objetivos (para una información más detallada puede consultarse la página www.nine-esf.org):

- Desarrollar una base científica común que agrupe las diferentes formas de

nitrógeno. No es la máxima prioridad realizar estudios pormenorizados sobre un único contaminante derivado del nitrógeno. Por el contrario, el objetivo prioritario es realizar estudios que examinen el intercambio y las relaciones entre los diferentes contaminantes que contienen nitrógeno a través de las distintas fases de su ciclo.

El programa *NinE* (Nitrógeno en Europa) pretende elaborar un informe de evaluación del estado de los conocimientos sobre el nitrógeno en Europa y sus fuentes, transformaciones y efectos

- Desarrollar la ciencia que conecte las interacciones del nitrógeno entre distintos compartimentos medioambientales. Unida a la anterior se encuentra la necesidad de realizar estudios que conecten las emisiones, las transformaciones y los efectos del nitrógeno en el suelo, las plantas, la atmósfera y el agua, y entre diferentes contextos: urbano-rural, acuático-marino, biosfera-troposfera-estratosfera, etc.
- Establecer metodologías aplicables a distintos tipos de escala, desde la escala fisiológica a la de parcela, de paisaje (p. ej., 25 km²) y de cuencas regionales (p. ej., 10.000 km²), a escala de regiones de Europa y de todo el continente. Cada una de las escalas es importante, aunque las de mayor dimensión, que permiten una evaluación explícita del efecto cascada en el ciclo del nitrógeno, tienen especial interés (de la escala de paisaje a la de continente).
- Perfeccionar metodologías para el tratamiento de la información conectora entre diferentes escalas espaciales y temporales. Es un reto científico de considerable magnitud llevar la información obtenida en escalas inferiores a modelos de escala superior, al igual que lo es para las diferentes comunidades científicas interactuar con éxito.
- Aplicar los análisis de *NinE* en estudios prácticos seleccionados de toda Europa. Este objetivo puede consistir en contrastar paisajes concretos, importantes cuencas y regiones de mayor dimensión de Europa, así como en comparar áreas de fuente y sumidero de nitrógeno.



El exceso de flujos de N en los ríos y la deposición atmosférica en aguas costeras dan lugar a la eutrofización de las áreas marinas.

- Crear una meta-base de datos obtenidos de las actividades de investigación y estudios realizados sobre el nitrógeno que integren las diferentes formas de nitrógeno, interacciones y escalas. Esta meta-base de datos tendrá el más alto alcance, incluidos análisis de procesos y estudios de casos prácticos, y proporcionará acceso a conjuntos de datos e informes.
- Elaborar un informe de evaluación de gran alcance que incluya los últimos conocimientos sobre los problemas interrelacionados del nitrógeno en Europa. Este informe deberá basarse en los resultados de la actividad científica del programa *NinE* y utilizar en su mayor parte los datos de la meta-base de datos de *NinE*.

European Nitrogen Assessment (ENA)

El principal trabajo producto de la labor de *NinE*, el informe *European Nitrogen Assessment* (en adelante, Informe de Evaluación sobre el Nitrógeno en Europa o ENA), abordará la problemática actual del nitrógeno, los efectos en cascada que provoca, sus interacciones y la información de retorno obtenida. El ENA ofrece a gobiernos y demás partes interesadas una valiosa perspectiva sobre el equilibrio entre los beneficios del nitrógeno fijado para la sociedad frente a los diferentes efectos adversos del exceso de nitrógeno en el medio ambiente. Mucho es lo que se conoce ya sobre el nitrógeno y su transformación en la naturaleza, pero la complejidad y la magnitud de las interacciones han hecho que tanto el conocimiento científico actual como la labor reguladora se hayan ramificado en múltiples caminos paralelos.

Si únicamente miramos por separado estas corrientes paralelas, corremos el riesgo de no encontrar las mejores estrategias de adaptación y mitigación. Está probado el peligro de que una iniciativa, para mitigar los efectos de una for-

Figura 2. El logotipo de *NinE*.



El logotipo de *NinE* refleja el reto de interrelacionar nueve grandes problemas medioambientales. Los nueve problemas de que se ocupa son:

- Eutrofización del agua
- Eutrofización costera y marina
- Eutrofización terrestre y biodiversidad
- Acidificación de suelos y aguas
- Química y ozono estratosféricos
- Gases de efecto invernadero y calentamiento global
- Ozono – vegetación y salud
- Calidad del aire urbano y salud
- Partículas – salud, visibilidad y oscurecimiento global

El logo coloca a *NinE* en el centro de la red transdisciplinar y sus iniciales, en inglés, sirven de instrumento mnemotécnico de los nueve problemas: «ACT AS GROUP» (actúa en grupo). Este lema nos recuerda la necesidad de unir nuestros esfuerzos para conseguir una evaluación totalmente integrada de los problemas que plantea el nitrógeno en Europa y sus soluciones futuras.

ma de nitrógeno, acabe trasladando el problema a otra parte o intensificando el efecto contaminante de otro compuesto. Se necesita, pues, una aproximación más globalizadora al ciclo del nitrógeno a fin de potenciar al máximo las sinergias de futuras estrategias. Un

reto clave para las actividades europeas relacionadas con el nitrógeno es sintetizar la ciencia de forma que resulte útil para gobiernos y sociedad. Se necesita un estudio que se haga esta pregunta:

¿Cómo puede nuestro conocimiento científico de los efectos múltiples del ni-

trógeno ayudar a Europa a desarrollar un planteamiento más integrado para la gestión del nitrógeno en el medio ambiente?

Existe poca conciencia pública sobre la importancia del exceso de nitrógeno y la amenaza que supone para muchas áreas medioambientales. La complejidad de las interacciones entre múltiples contaminantes y sus múltiples efectos es uno de los principales obstáculos a la hora de aumentar la sensibilización de la sociedad. ¿Cómo puede la comunidad científica comunicar mejor el reto que el nitrógeno plantea a la sociedad? *NinE* tiene la misión de realizar la síntesis necesaria entre los diferentes aspectos del nitrógeno, con la tarea principal de elaborar el ENA, para la que se requerirá el esfuerzo –durante un periodo de tres años, desde 2008 a 2010– de científicos, reguladores y otras partes con intereses sobre todas y cada una de las áreas afectadas por el nitrógeno.

El ENA representa un proceso de síntesis científica y reguladora que permitirá tener una muy amplia visión del pa-

pel del exceso de nitrógeno en los problemas medioambientales. Basada en el análisis de problemas e interacciones, esta visión buscará posibles soluciones integrales y comunicará mejor su repercusión en la sociedad. El informe ENA estará dividido en cinco grandes secciones, con un total de 23 capítulos, cada uno de los cuales estará escrito por varios expertos de prestigio internacional en calidad de autor principal y autores colaboradores. Bajo la supervisión del equipo de coordinación, cada capítulo será remitido para su revisión por expertos internacionales. Los capítulos del informe ENA que versen sobre cuestiones iniciales serán los primeros en ser elaborados, para ir formando gradualmente a partir de ellos un conocimiento integrado que servirá de base para los

El informe ENA, principal producto de *NinE*, abordará la problemática actual del nitrógeno, los efectos en cascada que provoca y sus diferentes interacciones

capítulos posteriores. El proceso de elaboración del ENA contribuirá al acercamiento entre las comunidades científica y reguladora, a fin de que los capítulos finales puedan sintetizar en mayor grado las diferentes escalas y problemas.

El método general es la utilización de seminarios financiados a través del programa *NinE* para el desarrollo de grupos de capítulos. El equipo de coordinación invita a cuantos destacados expertos internacionales deseen participar en la preparación de los documentos de apoyo que se presentarán a estos seminarios. Los seminarios se anunciarán públicamente a través del portal *web* de ENA (alojado en el sitio del proyecto *NinE* - www.nine-esf.org). De igual modo, los informes de los seminarios se difundirán a través del portal de ENA, y los interesados podrán consultarlos y enviar sus comentarios a los autores principales o al equipo de coordinación.

Otras iniciativas europeas

Además del programa *NinE*, actualmente están en marcha otras actividades en Europa relacionadas con el ciclo del nitrógeno de una forma más o menos integrada. Las más importantes son el grupo de trabajo *Task Force* sobre el Nitrógeno Reactivo, NitroEurope y COST Action 729. En los párrafos siguientes se da una información más detallada sobre estas actividades.

NitroEurope

El proyecto integrado NitroEurope de la UE (NEU) fue concebido específicamente para tratar las cuestiones más importantes en el balance europeo de ni-



La fertilización de bosques mediante la deposición equilibrada de nitrógeno causa un mayor crecimiento de las especies que los componen y una mayor absorción de carbono.

trógeno en relación con el ciclo del carbono y el intercambio de gases de efecto invernadero y, al mismo tiempo, conocer las interacciones con otros aspectos medioambientales (Sutton y otros, 2007). El proyecto NEU se inició en febrero de 2006, con una duración prevista de cinco años, y coordina las actividades de 65 entidades europeas. Un punto clave de la integración es el reconocimiento de que la política sobre cambio climático requiere una evaluación integrada del balance neto de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), y no solamente de CO₂. Este enfoque es fundamental para el desarrollo de futuras estrategias, ya que los enfoques que den especial relevancia a las emisiones de CO₂ pueden no optimizar el balance de los demás gases. Aparte del vínculo evidente que existe entre los ciclos del nitrógeno y el carbono, surge la necesidad de evaluar el balance general de nitrógeno en los distintos ecosistemas, ya que las emisiones de otros N_r (nitrógeno reactivo), por ejemplo, las emisiones de NH₃ y la lixiviación del nitrato (NO₃⁻), se consideran fuentes indirectas de emisiones de N₂O de acuerdo con la metodología del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC). NEU, por tanto, reconoce la necesidad de integrar el análisis de N_r y los GEI a escalas diferentes, de campo, granja y paisaje, y de estudiar las interacciones espaciales con las emisiones de NH₃ y la lixiviación de NO₃⁻. Por otro lado, los gases N_r pueden formar aerosoles que afectan al balance de radiación de la Tierra. Se necesita conocer la contribución del intercambio de aerosoles entre biosfera y atmósfera a la deposición de nitrógeno

NitroEurope, COST Action 729 y Task Force sobre Nitrógeno Reactivo son otras iniciativas en marcha para estudiar el problema del exceso de nitrógeno



Los catalizadores de los automóviles producen también emisiones pequeñas, aunque significativas, de NH₃ y N₂O.

y a la producción o pérdida de aerosoles en cubiertas vegetales para poder calcular los balances de N_r y GEI. Igualmente, deben estudiarse las interacciones con el funcionamiento de los ecosistemas y la biodiversidad para entender las respuestas observadas de los GEI a los factores globales de cambio.

NitroEurope-IP pretende dar respuesta a esta importante pregunta:

¿Cuál es el efecto del flujo de nitrógeno reactivo en la dirección y la magnitud de los balances netos de gases de efecto invernadero para Europa?

Otras preguntas clave que están relacionadas con la anterior son:

- ¿Cuáles son los componentes cuantitativos de los balances de nitrógeno en el ecosistema y cómo responden al cambio global?
- ¿En qué medida afecta la forma del N_r (oxidado frente a reducido, húmedo frente a seco, agrícola frente a atmosférico) a la respuesta del ecosistema, los balances de nitrógeno y carbono y el balance neto de GEI?

- ¿Cuál es el efecto de los cambios en la deposición del nitrógeno atmosférico y las aportaciones de nitrógeno agrícola producidos en las últimas décadas en la asimilación neta de CO₂ por los ecosistemas europeos? ¿Podemos simular los efectos del cambio en la gestión del suelo en el balance neto de los GEI a escala de parcela, paisaje, regional y europea?

- ¿Podrán verificar las mediciones y modelizaciones independientes las emisiones de GEI oficialmente notificadas a UNFCCC?

- ¿Cómo se puede mejorar la exactitud de estos inventarios?

- ¿Hasta qué punto una gestión más integrada del ciclo del nitrógeno y sus interacciones con el ciclo del carbono puede reducir los GEI y las emisiones de N_r simultáneamente?

COST Action 729

La iniciativa COST Action 729 («Evaluación y gestión de los flujos de nitrógeno en el sistema atmósfera-biosfera en Europa») comenzó en 2005 y su objetivo es combinar los conocimientos obtenidos en distintas áreas de investigación (por ejemplo, NitroEurope y NinE) de toda Europa con el fin de proporcionar una base científica para un enfoque integra-

do de la gestión del nitrógeno, con especial atención a las interacciones entre atmósfera y biosfera. El objetivo principal de COST *Action* es hacer avanzar el conocimiento en relación con los principales sectores económicos, las interacciones con el medio ambiente natural y las políticas actuales, con el fin de establecer una sólida base científica sobre la que elaborar estrategias que ayuden a reducir los impactos medioambientales del nitrógeno.

Si bien cada vez se conoce más sobre la cadena causal y las interacciones con otros ciclos, faltan todavía las herramientas para valorar el panorama completo, teniendo en cuenta todas las interacciones. Los Modelos Integrados de Evaluación (IAM) se ocupan actualmente de sólo una parte de los problemas e interacciones. Se necesita un mayor desarrollo de los IAM para poder hacer una evaluación completa que sea de utilidad a la labor reguladora. Esta acción, por tanto, desarrolla investigaciones científicas y técnicas que permitirán el cálculo informático por medio de modelos mejorados IAM capaces de evaluar y gestionar flujos de nitrógeno en el sistema atmósfera-biosfera de Europa en las escalas adecuadas, incluidos contextos terrestres y marinos, en condiciones de cambio de emisiones, políticas y clima/meteorología.

Las principales actividades del proyecto son:

- Revisión y síntesis necesarios para desarrollar la metodología para los modelos IAM.
- Evaluación de los actuales componentes de los modelos de acuerdo con los recientes resultados científicos.
- Comparación de diferentes sistemas de modelización para conseguir un consenso sobre las mejores herramientas.
- Mejorar el conocimiento de las interacciones de flujos para desarrollar escenarios e interpretar los mismos

para aportar mayor información al diálogo entre ciencia y regulación.

Task Force sobre Nitrógeno Reactivo

Como consecuencia de las actividades, entre otros, de los proyectos *NinE*, *NEU* y *COST Action 729*, el Comité Ejecutivo del Convenio sobre Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia (UNECE CLTAP) decidió en 2007 crear un *Task Force* (grupo de trabajo) sobre Nitrógeno Reactivo (TFRN).

En su decisión, el Comité Ejecutivo estableció como objetivo a largo plazo del TFRN «el desarrollo de información técnica y científica, así como de opciones que puedan utilizarse para el desarrollo de estrategias en todo el ámbito del UNECE que impulsen la coordinación de las políticas en materia de contaminación atmosférica relacionadas con el ciclo del nitrógeno y que puedan ser utilizadas por otros organismos fuera del Convenio en consideración de otras medidas de control».

Las principales funciones del *Task Force* son las siguientes:

- Planear y realizar el trabajo técnico necesario para mejorar el conocimiento de la naturaleza integrada y multicontaminante del nitrógeno reactivo, especialmente en relación con la contaminación atmosférica y el ciclo del nitrógeno.
- Planear y llevar a cabo el trabajo técnico necesario para evaluar emisiones, transporte, balances, flujos y efectos del nitrógeno.
- Estudiar de qué forma el trabajo del *Task Force* puede complementar el trabajo de otros organismos del Convenio, especialmente el *Task Force* sobre Realización de Modelos Integrados de Evaluación, el *Task Force* sobre Inventarios y Proyecciones de Emisiones y el *Task Force* sobre Modelización y Cartografía de Datos, así como de otros organismos internacionales.

Conclusiones

De los párrafos anteriores se desprende con claridad que la cuestión del nitrógeno se aborda en diferentes contextos científicos y reguladores con el fin de establecer relaciones entre sus distintas vertientes (en cuanto a fuentes, receptores, efectos, políticas, etc.). Aunque es cierto que falta mucho para conocer el nitrógeno en toda su extensión, las primeras actividades realizadas en el marco de los proyectos *NinE*, *NEU*, *COST Action 729* y TFRN son verdaderamente prometedoras. Reunir a científicos y reguladores de campos diferentes y sentarlos a una misma mesa para resolver un problema común es todo un reto, aunque, al mismo tiempo, una tarea extremadamente gratificante, especialmente si de estas reuniones surge un mejor conocimiento de los diferentes problemas existentes. ♦

PARA SABER MÁS

- [1] Galloway, J.N., Townsend, A.R., Erisman, J.W., Bekunda, M., Cai, Z., Freney, J.R., Martinelli, L.A., Seitzinger, S.P., Sutton, M.A.: Transformation of the Nitrogen Cycle: Recent Trends, Questions, and Potential Solutions, *Science* 320, 2008, pp. 889-892.
- [2] Sutton, M.A., Nemitz, E., Erisman, J.W., Beier, C., Butterbach-Bahl, K., Cellier, P., de Vries, W., Cotrufo, F., Skiba, U., Di Marco, C., Jones, S., Laville, P., Soussana, J.F., Loubet, B., Twigg, M., Famulari, D., Whitehead, J., Gallagher, M.W., Neftel, A., Flechard, C.R., Herrmann, B., Calanca, P.L., Schjoerring, J.K., Daemmgen, U., Horvath, L., Tang, Y.S., Emmett, B.A., Tietema, A., Peñuelas, J., Kesik, M., Brüggemann, N., Pilegaard, K., Vesala, T., Campbell, C.L., Olesen, J.E., Dragosits, U., Theobald, M.R., Levy, P., Mobbs, D.C., Milne, R., Viovy, N., Vuichard, N., Smith, J.U., Smith, P., Bergamaschi, P., Fowler, D. y Reis, S.: Challenges in quantifying biosphere-atmosphere exchange of nitrogen species, *Environmental Pollution* 150, 2007, 125-139.