

LA COOPERACION TECNICA POR DENTRO

Organismo Internacional de Energía Atómica



Septiembre de 1996 Vol. 2, N° 3

INDICE

Tecnología nuclear.....	1
Agricultura.....	1
Contaminación del agua.....	4
Medio ambiente.....	5
El efecto de invernadero.....	6
Muy breves.....	7
Contaminación en Río de la Plata.....	8

Recuperación de la agricultura en zonas contaminadas

En la actualidad parece que se lleva, en muchos aspectos, una vida normal en zonas rurales de Belarús y Ucrania que se vieron afectadas por el accidente nuclear de Chernobyl ocurrido en 1986. Sin embargo, las apariencias encubren una realidad muy diferente: prácticamente no quedan mercados para los productos de estas zonas agrícolas. Es cierto que los cultivos y productos alimenticios contienen radionucleidos, pero frecuentemente a niveles muy inferiores a los límites conservadores establecidos por el Codex Alimentarius de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS).

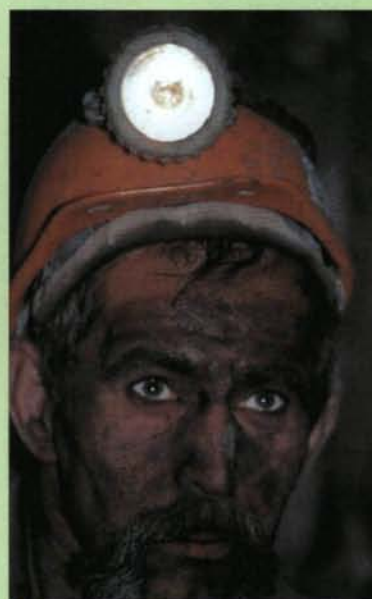
Tecnología nuclear elimina emisiones de carbón

Es un lujo respirar aire puro en los alrededores de Szczecin, ciudad industrial próxima al puerto de Gdansk, en el norte de Polonia. El empleo intensivo de carbón de baja calidad para generar energía contamina la atmósfera con grandes cantidades de dióxido de azufre (SO_2) y óxido de nitrógeno (NO_x). Como consecuencia directa de ello, se deterioran los bosques circundantes y aumenta de manera alarmante la incidencia de muchas enfermedades del sistema respiratorio.

Al quemar combustibles fósiles (especialmente carbón y petróleo), se origina la "lluvia ácida", puesto que los aerosoles de SO_2 se transforman en ácido sulfúrico, y los aerosoles de NO_x en ácido nítrico debido a su conversión fotoquímica en la atmósfera. La lluvia ácida no sólo destruye la vegetación y los edificios; también se estima que los gases contribuyen al "calentamiento de la atmósfera". En la actualidad, la mayoría de las naciones del mundo están empeñadas en contenerlos, y los recientes tratados mundiales disponen que todos los países aprueben

No obstante, la opinión pública sigue rechazando los productos alimenticios procedentes de las zonas contaminadas.

Los proyectos de cooperación técnica del OIEA que se ejecutan en Belarús y Ucrania tratan de resolver este problema ofreciendo otras posibilidades de cultivo e introduciendo nuevas tecnologías. En Belarús se proyecta fomentar la producción de semillas de colza y convertir su aceite en lubricantes industriales (grasas, aceites y otros productos).



Miles de empleos en Polonia dependen del uso poco contaminante del carbón nacional.

(Cortesía: PAPI/CAF R.Koszowski)

y apliquen leyes que limiten las emisiones de SO_2 a nivel nacional.

(continúa en la página 3)

Los científicos de Belarús han descubierto que algunas variedades de colza almacenan nucleidos radiactivos del suelo —los que ahora interesan son el cesio y el estroncio (Cs-137 y Sr-90)— en el tallo y el tegumento, no en la semilla. El aceite de colza puede procesarse fácilmente para producir biocombustibles. Belarús tiene refinerías y, por tanto, la tecnología y los conocimientos especializados necesarios para acometer esta empresa.

(continúa en la página siguiente)

El proyecto de CT del OIEA comenzó en 1995 con la ayuda que prestó a su contraparte principal, el Instituto de Investigaciones de Belarús sobre Edafología y Agroquímica (BRISSA), para determinar las variedades de semillas de colza que pudieran proporcionar rendimientos de semilla elevados en esa región, y condiciones y prácticas óptimas de cultivo. Estos factores son decisivos porque si bien se dispone de 200 000 ha aptas para el cultivo de semillas de colza, sólo pueden sembrarse 40 000 ha cada año para cumplir el régimen de rotación quinquenal de cultivos.

Es preciso abordar varios asuntos vitales: ¿Qué se puede hacer con los tallos? ¿Pueden enterrarse o deben incinerarse? ¿Pueden someterse a tratamiento los tegumentos ricos en proteínas para convertirlos en pienso y sustituir una parte del costoso concentrado de alimentos que ahora se importa? ¿Puede generalizarse el cultivo de la semilla de colza a modo de "aspiradora natural", simplemente para captar radionucleidos del suelo?

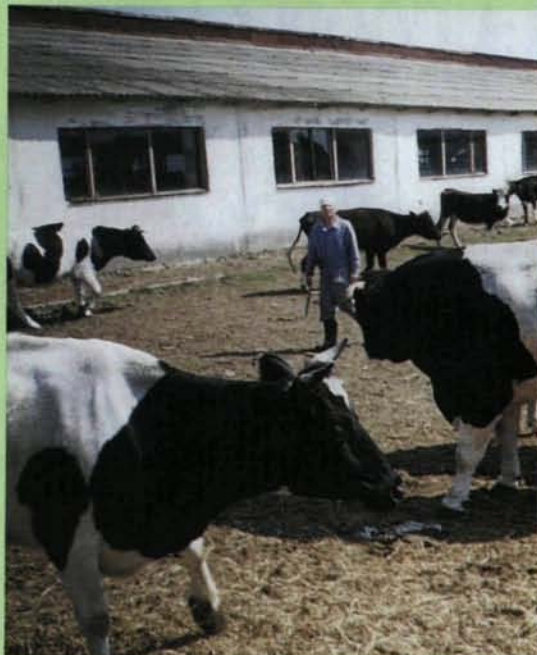
En los próximos años, con la asistencia técnica del OIEA, las autoridades de Belarús se ocuparán de estas cuestiones. La primera etapa consiste en construir una planta piloto para elaborar aceite de colza y producir lubricantes. En la Universidad Técnica de Viena ya se han realizado pruebas con algunas grasas producidas a nivel de laboratorio. Este hecho podría conducir al incremento gradual del proceso de industrialización. Se espera recibir el respaldo financiero necesario, por conducto fundamentalmente de la Unión Europea.

En un importante programa de recuperación del OIEA que se ejecuta en Ucrania se centra la atención en la leche y los productos lácteos provenientes de una lechería de Ovruch, histórico pueblo septentrional situado 100 kilómetros al oeste de Chernobí, que otrora procesaba 550 toneladas de leche diarias. A partir del accidente, la producción ha mermado notablemente porque el número de vacas lecheras de la región ha disminuido y la leche procedente de las zonas afectadas contiene cantidades diversas de radionucleidos. El proyecto adopta un enfoque doble: determi-

nar el contenido de radionucleidos de la leche procedente de todas las fuentes proveedoras de la planta, de modo que el Ministerio de Agricultura pueda determinar las granjas que producen leche contaminada e iniciar el perfeccionamiento de las prácticas a nivel de granja; y, en la propia planta, vigilar el nivel de contaminantes en la leche y otros productos durante su elaboración en grandes cantidades.

El proyecto suministra equipo de laboratorio a la planta y capacita al personal en el manejo de instrumentos para detectar y medir con precisión los niveles de cesio 137 y estroncio 90 en la leche sin elaborar y en los productos finales. El director de la planta lechera, Anatoliiy Kushnirchuk, es optimista en cuanto a que la producción lechera aumentaría en las zonas contaminadas si, además del apoyo a las granjas, la leche contaminada también pudiera elaborarse en la lechería a fin de obtener productos libres de radionucleidos.

La tecnología para acometer esto último puede estar al alcance de la mano: la separación magnética. Científicos de Bristol, Inglaterra, la crearon recientemente con objeto de eliminar los radionucleidos del agua contaminada en los emplazamientos nucleares. Una compañía llamada Selentec, de Atlanta, Georgia, ahora posee la patente y se encarga de su comercialización. Según declaraciones de un experto a *La Cooperación Técnica POR DENTRO*, se ha probado y ensayado y "funciona muy bien con el agua... lo elimina todo". En los Estados Unidos se efectuó un ensayo a gran escala para la descontaminación de la leche que confirmó la eficacia de la tecnología. Los ensayos realizados en Ucrania sobre el terreno tuvieron un éxito sorprendente. Los niveles de cesio 137 radiactivo se redujeron en el 95%, lo que permitió que la leche



Puede que pronto la leche contaminada producida en las granjas de Ucrania sea apta para el consumo gracias a un nuevo proceso. (Cortesía: E. Voice)

fuera apta para el consumo. El Gobierno de los Estados Unidos está dispuesto a invertir 1,5 millones de dólares en una planta piloto en Ovruch.

La separación magnética permitiría que la planta de Ovruch elabore productos lácteos en grandes cantidades, y amplíe la producción a los jugos de frutas y alimentos para lactantes. Existen alrededor de 1,5 millones de menores que se beneficiarían con esta producción local de leche y alimentos. Los alimentos aptos para el consumo de lactantes ahora se "importan" de otras regiones y se obtendría un ahorro significativo sólo por concepto de transporte.

El dilema económico de las zonas rurales comenzará a solucionarse sólo cuando esas tierras contaminadas recuperen algún valor económico y produzcan artículos de fácil venta. Los productos lácteos y de semilla de colza ofrecen un principio nuevo y promisorio a las comunidades agrícolas que se han visto gravemente afectadas durante los últimos diez años después del accidente.

Una de las vías consiste en sustituir el carbón por otras fuentes primarias de energía como la energía hidroeléctrica, el gas natural o la energía nuclear. No obstante, Polonia no dispone actualmente de estas opciones: no cuenta con fuentes hidroeléctricas viables; no puede permitirse el lujo de convertir divisas en la importación de gas natural de Rusia; y su programa nucleoelectrónico se ha aplazado indefinidamente. En el futuro previsible, Polonia debe depender de sus grandes reservas de lignito (estimadas en más de 14 mil millones de toneladas). De hecho, el sustento de cientos de miles de personas depende de la industria.

El problema fundamental estriba en cómo garantizar que la nueva producción industrial no sea tan perjudicial para el medio ambiente como en épocas pasadas y que las emisiones de gas se correspondan con las normas de la UE. Conforme a una legislación promulgada en Polonia a principios de los años noventa, las compañías eléctricas deben reducir progresivamente las emisiones de SO_2 a partir de 1997. Existen las tecnologías necesarias para eliminar ya sea el SO_2 o el NO_x de los gases de combustión de cada una de las centrales eléctricas alimentadas con carbón antes de su liberación a la atmósfera, pero hasta la fecha con ninguna se había podido extraer ambos gases en un proceso de etapa única.

En una central eléctrica alimentada con carbón en Szczecin se ejecuta un proyecto modelo de cooperación técnica del OIEA de cuatro años de duración con el fin de demostrar, a escala industrial, una tecnología "novedosa" capaz de lograr este objetivo. La purificación en seco por haces electrónicos (EBDS) consiste en reciclar los gases de combustión a través de una cámara, antes de que escapen por la chimenea, y exponerlos a la irradiación electrónica de baja energía generada por un acelerador. Como resultado, los gases tóxicos de SO_2 y NO_x se transforman en otras formas químicas. Al adicionar amoníaco a la cámara, el consiguiente subproducto, un polvo seco, puede utilizarse como fertilizante. Existen otros sistemas de depuración que no tienen este efecto beneficioso y producen una gran cantidad de desechos. Aunque se trata de un proceso de irradiación, no se produce radiactividad alguna

durante la operación ni queda radiación residual.

La EBDS se desarrolló hace unos 20 años, sobre todo en Alemania y el Japón. Es novedosa sólo en el sentido de que no se ha utilizado a escala industrial, salvo en centrales de demostración de Alemania, el Japón y los Estados Unidos. Cuando concluyó su fase experimental y estuvo lista para su uso a escala industrial, a mediados de los años ochenta, las compañías eléctricas de estos países con regulaciones más estrictas ya habían aplicado otras técnicas probadas de purificación en la mayoría de las más antiguas centrales alimentadas con carbón, o se habían empeñado en instalar calderas más eficaces que producirían menos emisiones.

Los estudios realizados en Alemania, el Japón, los Estados Unidos y Polonia — país donde con la ayuda de un anterior proyecto de cooperación técnica del Organismo se estableció una planta piloto de EBDS cerca de Varsovia en 1988 — la instalación y aplicación de la técnica resultan entre el 25% y el 30% menos costosas que las de los sistemas convencionales. Cuando la eliminación del NO_x también sea obligatoria, las ventajas de la EBDS serán mayores. El valor del subproducto agrícola y el problema relativamente mucho más sencillo de la evacuación de desechos conceden a la técnica un atractivo adicional.

La EBDS despierta un gran interés en todo el sector energético de Polonia, entre sus naciones vecinas y en los países en desarrollo que se están industrializando aceleradamente y cuentan con grandes reservas de carbón. Ucrania tiene un programa en marcha y el Organismo acaba de iniciar un nuevo proyecto de cooperación técnica para evaluar esta opción en Bulgaria.

Polonia ha abierto las puertas de la central de Szczecin y permite que el OIEA lleve a visitantes de otros países interesados en verla funcionando. Por ejemplo, China, que

proyecta instalar sistemas de purificación en unas 60 centrales eléctricas, hizo recientemente un contrato con una compañía japonesa para dotar a una central eléctrica con la EBDS. En un estadio inferior de desarrollo se hallan la India, Indonesia, Malasia, la República de Corea, Singapur y Tailandia. En América Latina, el Brasil, Chile y México ya tienen proyectos pilotos y siguen muy de cerca los avances en Szczecin.

El Gobierno de Polonia aporta el 60% de los 20 millones de dólares que se necesitan para establecer el sistema de la EBDS y sufragar todos los gastos de personal y explotación.



Muchos países en desarrollo investigan la tecnología de la EBDS demostrada en Szczecin. (Cortesía: M. Samie/OIEA)

El 40% restante proviene del Japón, la República de Corea y el OIEA. Puede que Suecia y los Estados Unidos también hagan su aportación. Está previsto que la central del proyecto entre en pleno funcionamiento a finales de 1998. Es de suponer que dicho proyecto indicará a Polonia el camino para cumplir las normas europeas sobre emisiones sin tener que comprometer el crecimiento industrial y dejará demostrada, para el sector energético, una tecnología económica e inocua para el medio ambiente. En la actualidad, la reestructuración industrial y la privatización influyen sobre el sector energético, y la rentabilidad y eficacia de la propia EBDS pueden también decidir finalmente su futuro en Polonia y en muchos otros países en desarrollo.

Control de la contaminación del agua

La protección de los recursos hídricos contra la nociva y costosa contaminación química, biológica y radiológica tiene alta prioridad en el programa mundial para el medio ambiente. En colaboración con varios organismos nacionales y multilaterales, el OIEA ha venido realizando estudios científicos especializados que están resultando decisivos para los planes destinados a impedir que se ocasionen daños irreversibles al lago Manzala, en Egipto, y al Mar Negro en Europa.

El lago Manzala es una laguna costera de 50 km de largo en el delta del río Nilo en Egipto, situada al noroeste de El Cairo, y limítrofe al este con el Canal de Suez y la ciudad de Port Saíd. El lago es depositario de grandes cantidades de aguas residuales y contaminantes no tratados procedentes de la ciudad, que finalmente desembocan en el Mediterráneo. Al no estar controlada, esta contaminación constituye una amenaza para la salud y el sustento de millones de habitantes a lo largo de una región densamente poblada.

Con la activa participación del Laboratorio del OIEA para el Medio Ambiente Marino (IAEA-MEL) en Mónaco se realizó un estudio previo al proyecto financiado por el PNUD, para medir el nivel de contaminación en el lago Manzala. Esta iniciativa, emprendida conjuntamente con científicos del Centro Nacional de Investigación de Egipto, con sede en El Cairo, comprendió un amplio muestreo de agua, sedimentos y peces en las principales zonas de contaminación. La participación del IAEA-MEL se concentró en el análisis de contaminantes químicos, entre ellos, los hidrocarburos clorados y del petróleo, así como los oligoelementos, labor que requiere equipo y conocimientos especializados.

Los resultados de los datos reunidos permitieron realizar una evaluación global de las repercusiones ambientales en el lago. Además, el estudio contribuyó decisivamente a la creación de una marisma artificial que impediría que los contaminantes provenientes de El Cairo penetren en el Mediterráneo a través del delta del Nilo. Este próximo proyecto del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) costará más de 11

millones de dólares de los Estados Unidos y demostrará el valor de las marismas artificiales como método económico y ecológicamente racional para atrapar sedimentos y contaminantes de fuentes municipales, industriales y agrícolas.

En muchos otros lugares del mundo, el IAEA-MEL emplea técnicas



Muestreo de malas hierbas para determinar los contaminantes orgánicos en el lago Manzala. (Cortesía: M. Horvat/OIEA/MEL)

analíticas isotópicas para comprender los problemas de la contaminación marina y del agua dulce. Estas técnicas son muy valiosas para detectar contaminantes, sean radiactivos o no, seguir sus complejas trayectorias en el medio ambiente e investigar sus efectos biológicos.

Hoy día dichas técnicas son muy utilizadas para reunir datos sobre la contaminación del Mar Negro. Su amplia red fluvial, o cuenca hidrográfica, abarca unos 300 ríos y se extiende hasta Munich por el oeste, Minsk por el norte y Ankara por el sur. Algunos de los afluentes más grandes de Europa, como el Danubio, el Dniéster y el Dniéper, desembocan en el Mar Negro. En la zona geográfica más extensa viven unos 160 millones de personas.

Hace poco más de 30 años, en el Mar Negro habitaban numerosas especies de la flora y la fauna, entre ellas, delfines y focas frailes. Sus aguas servían de base de reproducción a una gran variedad de peces, fuente vital de proteína para los seis países que comparten sus costas (Bulgaria, Georgia, Rumania, Rusia, Turquía y Ucrania). Cientos de miles de entusiastas veraneantes acudían a sus playas para descansar, nadar y refrescarse.

Sin embargo, en la actualidad, el Mar Negro es una de las masas de agua más severamente contaminadas, y sus posibilidades de sustentar la vida han sufrido un gravísimo deterioro. Habitualmente se prohíbe el acceso a las playas de la región debido a sus condiciones insalubres.

La pesca comercial prácticamente ha desaparecido, y el sector turístico está en crisis.

Los gobiernos de los seis países limítrofes han emprendido actividades concertadas que tienen por objeto conocer la contaminación. En respuesta a este resuelto empeño de la región, las organizaciones de ayuda internacional han participado en esas actividades. En 1993 el FMAM inició una serie de proyectos en gran escala con el propósito de salvar el Mar Negro; no obstante, ninguno de ellos se proponía abordar

directamente la contaminación radiactiva, una de las principales preocupaciones, o aplicar técnicas de trazadores radioquímicos, en las cuales el IAEA-MEL tiene varios decenios de experiencia. Luego de una reunión entre organismos en la que participaron el FMAM, el PNUMA y el Banco Mundial, entre otros, se invitó al OIEA para que aportara sus conocimientos.

En estos momentos el IAEA-MEL colabora con instituciones científicas de la región del Mar Negro, incluidos el Centro de Investigaciones Nucleares y Capacitación de Cekmece, de Turquía; el Instituto de Biología de los Mares del Sur con sede en Sebastopol, Ucrania; el Laboratorio de Radiactividad Ambiental, de Rumania; y el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología de Bulgaria. La cooperación técnica está ayudando a crear la capacidad científica y establecer controles de calidad a nivel local, con el objetivo de reunir datos de referencia fiables y representativos, y posibilitar en última instancia que las instituciones receptoras emprendan por su cuenta actividades de vigilancia de la contaminación.

Continúa en la página 7

OIEA: Mejoramiento del medio ambiente

Dentro de unos 25 años, alrededor del 60% de la población mundial vivirá en zonas urbanas. Entretanto, el crecimiento de muchas ciudades —sobre todo en los países en desarrollo— supera la capacidad de la infraestructura para respaldarlo de manera sostenible. Los problemas ambientales, entre ellos la contaminación del agua y la atmósfera, el saneamiento y el agotamiento del ozono, tienen graves consecuencias para la sanidad humana en muchas de las nuevas "megalópolis", como Ciudad de México donde la contaminación atmosférica contribuye a 12 000 muertes anuales, y Bangkok, donde se detectó que la elevada exposición al plomo proveniente de las emisiones de los automóviles reduce el cociente de inteligencia medio de los niños.

En el presente número de *La Cooperación Técnica POR DENTRO* se explica cómo el OIEA establece nuevas asociaciones con gobiernos y organizaciones internacionales a fin de evaluar los problemas ambientales y planificar su mitigación, así como de aplicar técnicas nucleares para coadyuvar a la solución de los problemas de contaminación ambiental de manera sostenible. Estas

investigaciones y técnicas comprenden diversas aplicaciones que van desde estudios que utilizan isótopos como trazadores para determinados contaminantes hasta la adaptación de aceleradores de electrones para eliminar los gases de combustión procedentes de las centrales eléctricas alimentadas con combustibles fósiles. Según se comenta en el último número de *La Cooperación Técnica POR DENTRO*, el OIEA es también un recurso técnico importante para los programas nacionales en las esferas del aprovechamiento de las aguas, la producción de energía geotérmica y la ordenación del medio ambiente, incluida la mitigación de la contaminación marina.

Protección de los océanos

Las actividades humanas no controladas causan grandes daños al medio ambiente marino de muchas regiones del mundo. En ciudades como El Cairo, São Paulo y Yakarta se vierten diariamente toneladas de contaminantes ambientales en el



Científicos del IAEA-MEL toman muestras en el Golfo Pérsico.
(Cortesía: IAEA-MEL)

mar, lo que convierte a las zonas costeras en vertederos desprovistos de toda vida subacuática, y amenaza el sustento de la población y la ecología del mar. El conocimiento sobre los contaminantes y su interacción con los procesos marinos naturales sirve de base para adoptar decisiones fundamentadas para ordenar las aguas internacionales con eficacia e impedir un ulterior deterioro del medio ambiente marino. Sólo con tal comprensión podrán tomarse las decisiones apropiadas.

El Laboratorio del OIEA para el Medio Ambiente Marino (IAEA-MEL) ayuda a los Estados Miembros a abordar los problemas de la contaminación de los océanos y las zonas costeras. Se emplean numerosas técnicas analíticas para investigar la contaminación con radionucleidos, la sedimentación, las concentraciones químicas y la dispersión de las aguas, entre otros aspectos. El programa de capacitación del IAEA-MEL, tanto en la institución como sobre el terreno tiene por objeto aumentar la capacidad de los Estados Miembros para comprender, vigilar y proteger el medio ambiente marino. El laboratorio es además un centro internacional que ofrece servicios para el control de calidad de los análisis de contaminantes marinos radiactivos y no radiactivos.

Selección de instrumentos isotópicos en estudios hidrológicos y ambientales

Sistemas isotópicos	Aplicación
^3H $^3\text{He}/^3\text{H}$ ^{85}Kr	Indicación de recarga reciente; velocidades de infiltración en la zona no saturada; mecanismos de transporte: flujo fisural, intercambio de la matriz; delimitación de las zonas de protección
$^2\text{H}/^1\text{H}$ $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$	Determinación de las zonas de recarga; interconexión con las aguas superficiales; pérdidas de agua en los acuíferos; mecanismos de salinización; reciclado de las aguas de riego; determinación de las paleoaguas
$^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$	Determinación de las paleoaguas; dinámica de las aguas subterráneas; validación de los modelos del flujo de aguas subterráneas
$^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$	Determinación de las fuentes de contaminación; y de la desnitrificación microbiana
$^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ $^2\text{H}/^1\text{H}$	Determinación de las fuentes de metano
$^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$	Procesos de contaminación en las aguas subterráneas, acidificación; fuentes de H_2S , salinidad; avenamiento ácido de minas; flujo de aguas subterráneas en sistemas geotérmicos

Análisis del efecto de invernadero

Hace tiempo que las técnicas isotópicas demostraron ser valiosas para estudiar las aguas subterráneas y mejorar la ordenación de los recursos hídricos. Más recientemente, se les ha aplicado en las investigaciones sobre el "calentamiento de la atmósfera" y los cambios climáticos.

La cuenca del Amazonas, que abarca más de 6 millones de kilómetros cuadrados, contiene aproximadamente la mitad de los bosques tropicales del mundo. En esta inmensa cuenca de evaporación habitan unas 80 000 especies vegetales y posiblemente 30 millones de especies animales, insectos en su mayoría. El río Amazonas aporta el 20% de la descarga fluvial mundial a los océanos. No obstante, la aceleración de la deforestación constituye una seria amenaza para este ecosistema único y, con ello, para el equilibrio ecológico mundial.

El OIEA ha venido trabajando durante más de un decenio para comprender este fenómeno. En 1985, el Organismo emprendió un proyecto para apoyar las investigaciones sobre el medio ambiente en el Brasil. En los estudios multidisciplinarios, realizados con ayuda de isótopos, sobre las repercusiones de los cambios en el aprovechamiento de la tierra en la ecología y el clima del Amazonas brasileño, se aunaron los esfuerzos de unos 80 científicos de varios institutos brasileños. El Organismo suministró equipo de laboratorio y envió misiones de expertos para efectuar coordinaciones con colegas locales, 23 de los cuales recibieron capacitación en el extranjero, y asesorarlos. La iniciativa contó con el financiamiento de Suecia para cinco años y el apoyo de otras organizaciones de investigación no brasileñas. La División Mixta FAO/OIEA y la Sección de Hidrología Isotópica de la División de Ciencias Físicas y Químicas del Organismo brindaron apoyo técnico.

Tras concluir sus trabajos en 1993, los estudios sobre la cuenca del Amazonas validaron un modelo isotópico regional sobre el transporte del agua que permitió conocer que el 50 por ciento de las precipitaciones que ocurren en la cuenca consisten en agua reciclada. Este gran aporte de agua reciclada hace que el ciclo hidrológico sea sensible a la deforestación, la que en tan gran



Los datos reunidos sobre las precipitaciones pueden contribuir a una solución a largo plazo del problema del calentamiento de la atmósfera.

(Cortesía: J. Marshall/OIEA)

escala alterará el balance hídrico regional mediante la reducción del flujo de evapotranspiración a la atmósfera. Esto hace que un mayor volumen de agua escape a los ríos y aumenten las temperaturas locales. Por otra parte, los resultados de los modelos climáticos actuales indican que una destrucción total y rápida del bosque amazónico sería irreversible, lo que tendría consecuencias graves tanto para el clima local como mundial.

Los estudios sobre la cuenca del Amazonas son sólo un ejemplo de la preocupación cada vez mayor de la comunidad científica de que las actividades humanas en gran escala como la deforestación y la producción de energía puedan modificar el clima mundial de manera significativa en el futuro cercano. El calentamiento de la atmósfera debido al continuo aumento de las concentraciones de los denominados gases "de efecto de invernadero" (GHG) forma parte de esas consecuencias. Los GHG de ocurrencia natural, fundamentalmente el vapor de agua y el dióxido de carbono (CO₂), son vitales para regular la temperatura de la Tierra y su atmósfera. No obstante, las emisiones excesivas —sobre todo del CO₂ resultante de la combustión de combustibles fósiles, del metano (CH₄) generado durante la producción agrícola y de los clorofluorocarbonos (CFC) sintetizados en diversos procesos industriales—

podrían provocar la variación de las temperaturas y los regímenes de las precipitaciones y la destrucción de los ecosistemas naturales.

Hasta el momento parece que son menos los cambios climáticos provocados por el hombre que los que ocurren de manera natural. Sin embargo, los cambios climáticos continúan siendo una seria preocupación a largo plazo pues cualquier alteración en el equilibrio radiativo de la atmósfera ocasionará cambios en la evaporación y la precipitación. A fin de comprender los complejos procesos que regulan el ecosistema global, es necesario adoptar un enfoque integrado de investigación que incluya el análisis de los cambios climáticos presentes y pasados. También para estos fines los isótopos ambientales son eficaces instrumentos de investigación.

La Red Mundial sobre Isótopos en las Precipitaciones (GNIP) creada por el OIEA, entró en servicio en 1961 con el comienzo de un estudio mundial sobre la composición isotópica de las precipitaciones mensuales en colaboración con la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Su principal objetivo era reunir datos isotópicos mundiales sistemáticos (oxígeno 18, deuterio y tritio) a fin de caracterizar la variabilidad espacial y temporal

Continúa en la pág. siguiente

Muy breves: lo último en reportajes y noticias

Progresión asociación con la Universidad de Uppsala

El OIEA es miembro de la Junta Directiva del Programa Internacional de Ciencias de la Universidad de Uppsala en Suecia, el cual fomenta la capacidad investigadora de los países en desarrollo mediante el intercambio de científicos y la formación de posgrado en el campo de las ciencias físicas y químicas, entre otras. El Organismo concierne acuerdos con la Universidad de Uppsala para fortalecer la cooperación en dos esferas.

A fin de beneficiarse de su denominado "sandwich programme", los becarios del Organismo se capacitan tanto en su país de origen, en Suecia como en otros países nórdicos bajo la supervisión del Programa con el objetivo de obtener certificados de estudios superiores y regresar a sus países de procedencia para capacitar a otros en la aplicación de técnicas

nucleares en pro del desarrollo científico y económico.

Esta actividad de capacitación auspiciada por el OIEA se destina en especial a los PDMA, y ya se ha seleccionado a una docena de candidatos de Etiopía, Namibia, el Senegal, el Sudán y el Zaire. El OIEA también se propone garantizar la activa colaboración de Uppsala para ejecutar proyectos de CT en esferas de mutuo interés como la vigilancia ambiental y el tratamiento de efluentes industriales.

Los estudiantes universitarios interesados en disciplinas afines deben ponerse en contacto con su Comisión Nacional de Energía Atómica para obtener más información.

Se sueltan moscas estériles en todo Zanzíbar

Se sigue reafirmando una tendencia hacia la erradicación del insecto mediante datos obtenidos *in situ* que reflejan "cero captura de moscas silvestres" en las últimas semanas. El tamaño de la colonia de hembras tsetsé en Tanga, Tanzania, ha aumentado a 635 000 ejemplares, lo que permite producir semanalmente más de 80 000 machos estériles. El equipo encargado de la gestión del proyecto ha decidido ampliar las sueltas aéreas de machos estériles desde la región meridional de la isla a fin de cubrir su totalidad (véase El exterminador del ganado encuentra la horma de su zapato, *La Cooperación Técnica POR DENTRO*, Marzo de 1996).

Durante una visita sobre el terreno realizada por el Director General a principios de mayo, un ganadero de Zanzíbar afirmó que su ganado era más sano y fuerte desde que se redujo la población de moscas tsetsé silvestres.

Análisis de... (viene de la página 6)

de las concentraciones de isótopos en las precipitaciones. Los datos reunidos se han utilizado ampliamente en investigaciones hidrológicas dentro del marco de los inventarios de recursos hídricos, la planificación y el desarrollo.

La red comenzó con unas 100 estaciones meteorológicas que reunían datos de más de 60 países y territorios. Unos años después, el número total de estaciones en funcionamiento llegó a 220. La base de datos de la red también ha demostrado ser indispensable en la paleoclimatología, y facilita datos importantes para verificar y mejorar los modelos de circulación atmosférica.

Para apoyar estas investigaciones mundiales, el Organismo ha proporcionado equipo y capacitación en materia de aplicaciones isotópicas por conducto de 13 proyectos de cooperación técnica durante los últimos 10 años con un presupuesto total de 28,1 millones de dólares. Más de 100 científicos de Estados Miembros en desarrollo han recibido capacitación en disciplinas conexas mediante talle-

res y cursos de capacitación durante este período. Se continúa ofreciendo apoyo por conducto de programas coordinados de investigación (PCI) que respaldan las investigaciones nacionales sobre el medio ambiente. Por ejemplo, en colaboración con otros 13 países, la Argentina participa en un PCI con objeto de reconstruir las condiciones paleoclimáticas y paleoambientales del último ciclo glaciar (hace 20 000 años). El científico principal de la Argentina en el proyecto es el Dr. Héctor Osvaldo Panarello, de la Comisión Nacional de Energía Atómica, quien participó en cursos de capacitación del Organismo en América Latina durante 1991 y 1993. Los resultados iniciales del proyecto son bastante significativos puesto que revelan una diferencia de temperatura de unos 5 grados Celsius entre el Holoceno y el Último Máximo Glaciar. Estos resultados tienen importantes implicaciones para la elaboración de modelos del clima mundial.

Control de... (viene de la página 4)

Dentro de dos a tres años, los cuatro países que actualmente participan en el proyecto podrán analizar muestras marinas para detectar todos los radionucleidos importantes y aplicar técnicas de trazadores radiactivos para estudiar el comportamiento de los contaminantes no radiactivos. Por primera vez, dispondrán de los instrumentos necesarios para evaluar el destino ecológico del otrora generoso Mar Negro. Una vez recibidos tales conocimientos, corresponde ahora a los encargados de adoptar decisiones, la comunidad empresarial y la población en general de la región traducir estos conocimientos científicos en medidas ecológicas positivas.

Seguimiento de la contaminación en el Río de la Plata

Montevideo se enorgullece con razón de sus playas urbanas, que se extienden, en largas franjas, a lo largo de las zonas de la capital uruguaya bañadas por el Río de la Plata. Ahora bien, este orgullo se ha ensombrecido por la preocupación en los últimos años ya que en las muestras tomadas de manera rutinaria se comenzaron a observar bacterias coliformes superiores a 3000 por 100 mililitros. Tal nivel de bacteria indica la presencia de aguas residuales, pero se desconoce su fuente exacta.

El Río de la Plata tiene características extraordinarias. Sería un mar si sus aguas fueran claras y salobres. De hecho, es una inmensa cuenca formada por la confluencia de dos grandes ríos, el Paraná y el Uruguay. Con su forma de embudo invertido, fluye en dirección noroeste-sudeste, entre la Argentina y el Uruguay, hasta el océano Atlántico. En la zona donde confluyen el río pardo y el océano azul, tiene más de 100 kilómetros de ancho.

Los problemas de contaminación del Río de la Plata tampoco se limitan a la materia orgánica. La enorme cuenca está rebosante de desechos industriales provenientes de cientos de pequeñas tenerías situadas alrededor de la bahía de Montevideo y efluentes del puerto principal del Uruguay. El otrora popular balneario de Carrasco lleva muchos años cerrado debido a la elevada contaminación. La mayor parte del millón y medio de montevidianos vive bastante cerca del río y la cuenca se utiliza intensamente para la pesca y la recreación. No obstante, los recursos y datos para abordar los crecientes problemas ambientales son limitados y, se sigue desconociendo mucho al respecto.

En Montevideo se ha venido construyendo un moderno sistema de alcantarillado durante muchos años pero aún no está terminado. Una gran cantidad de aguas negras sin tratar se deposita en dos ríos pequeños, el Pantanoso y el Miguelete, los cuales contaminan la bahía de Montevideo y el Río de la Plata. La parte principal del actual sistema artificial de evacuación utiliza una tecnología fiable denominada "desagüe" que bombea las aguas residuales desde una estación costera y las descarga en el Río de la Plata, a varios kilómetros



La contaminación representa una amenaza para las playas del Uruguay. (Cortesía: J.Marshall/OIEA)

de distancia y a una profundidad de 10 metros aproximadamente. Las aguas residuales se descargan a una presión que se ha calculado capaz de dispersarlas a fin de lograr la eliminación progresiva de las bacterias.

Seguir los movimientos de las aguas residuales y de otros elementos contaminantes en esta vasta extensión es una empresa titánica que requiere alta tecnología. En un proyecto de cooperación técnica del OIEA iniciado en 1991 se utilizaron técnicas isotópicas para demostrar que las aguas residuales procedentes de zonas alejadas del río podían retroceder ocasionalmente a las playas cuando coincidían determinados cursos de agua, mareas, vientos y corrientes oceánicas. Sin embargo, también se ha confirmado, felizmente, que el sistema de desagüe funciona como es debido. Tanto los ministros de Medio Ambiente, Salud e Industria del Uruguay como la Autoridad Municipal de Montevideo utilizan los datos generados en el proyecto sobre la dinámica de los ríos para elaborar los planes urbanos. En la actualidad trabajan en asociación con la Dirección Nacional de Tecnología Nuclear (DI-

NATEN), contraparte del OIEA para vigilar la contaminación y adoptar medidas correctoras.

Mediante la capacitación, los conocimientos especializados y la tecnología suministrados por el proyecto —incluidos gammámetros, sistema de detección de rayos gamma y un analizador automático de muestras múltiples, y dispositivos para el muestreo de agua a distintas profundidades— DINATEN y la autoridad municipal han mejorado su capacidad de vigilancia ambiental.

Se han previsto otros proyectos de cooperación técnica del OIEA para prestar ayuda de manera sistemática. Si bien el proyecto inicial se concentró en los regímenes de circulación del agua, en el segundo, actualmente en fase de terminación, se emplearon isótopos y trazadores fluorescentes en diferentes lugares de la cuenca y en la parte del océano que baña a la ciudad, para estudiar el desplazamiento de sedimentos. Un nuevo proyecto, cuyo comienzo está previsto para 1997, analizará la carga de contaminantes del sedimento en la bahía y sus inmediaciones, y la "edad" de los contaminantes de manera que los planificadores conozcan qué se ha depositado en esa región en los últimos 30 a 40 años. Se proporcionará servicios de expertos y capacitación a fin de preparar equipo *in situ* muy especial, como dragas con detectores, y realizar la inyección de trazadores y su medición. Por primera vez se aplicará en la cuenca la técnica de datación de sedimentos empleando plomo 210 ambiental.

Poco a poco, los datos científicos obtenidos con técnicas isotópicas han ido creando la base necesaria para que las autoridades uruguayas formulen políticas ecológicas atinadas y adopten medidas correctoras eficaces. Se trata de un proceso a largo plazo que exige una firme asociación para el desarrollo, asociación a la que el OIEA ha dedicado sus esfuerzos en el Uruguay y en muchos otros Estados Miembros en desarrollo.

La Cooperación Técnica POR DENTRO es producida por Maximedia para el OIEA. Los artículos se pueden reproducir libremente. Para obtener más información, diríjase a: Sección de Coordinación de Programas del Departamento de Cooperación Técnica, Organismo Internacional de Energía Atómica. P.O. Box 100, A-1400 Viena, Austria. Tel: +43 1 2060 26005; Fax: +43 1 2060 29633; correo electrónico: foucharp@tcpo1.iaea.or.at