



El uso equilibrado de fertilizante gracias a las técnicas nucleares contribuye a aumentar la productividad y a proteger el medio ambiente

Nathalie Mikhailova

Cuando hablamos de fertilizante, el equilibrio es fundamental: si aplicamos la cantidad adecuada en el momento oportuno, los cultivos crecerán y ayudarán a alimentar a la creciente población mundial; demasiado fertilizante, sin embargo, puede resultar perjudicial para las plantas, contaminar el suelo y el agua y perpetuar el calentamiento global. ¿Cómo se logra este equilibrio? Por ejemplo, con la ayuda de técnicas isotópicas a fin de optimizar la utilización de fertilizante y combatir sus efectos como agrocontaminante y fuente de emisiones de gases de efecto invernadero.

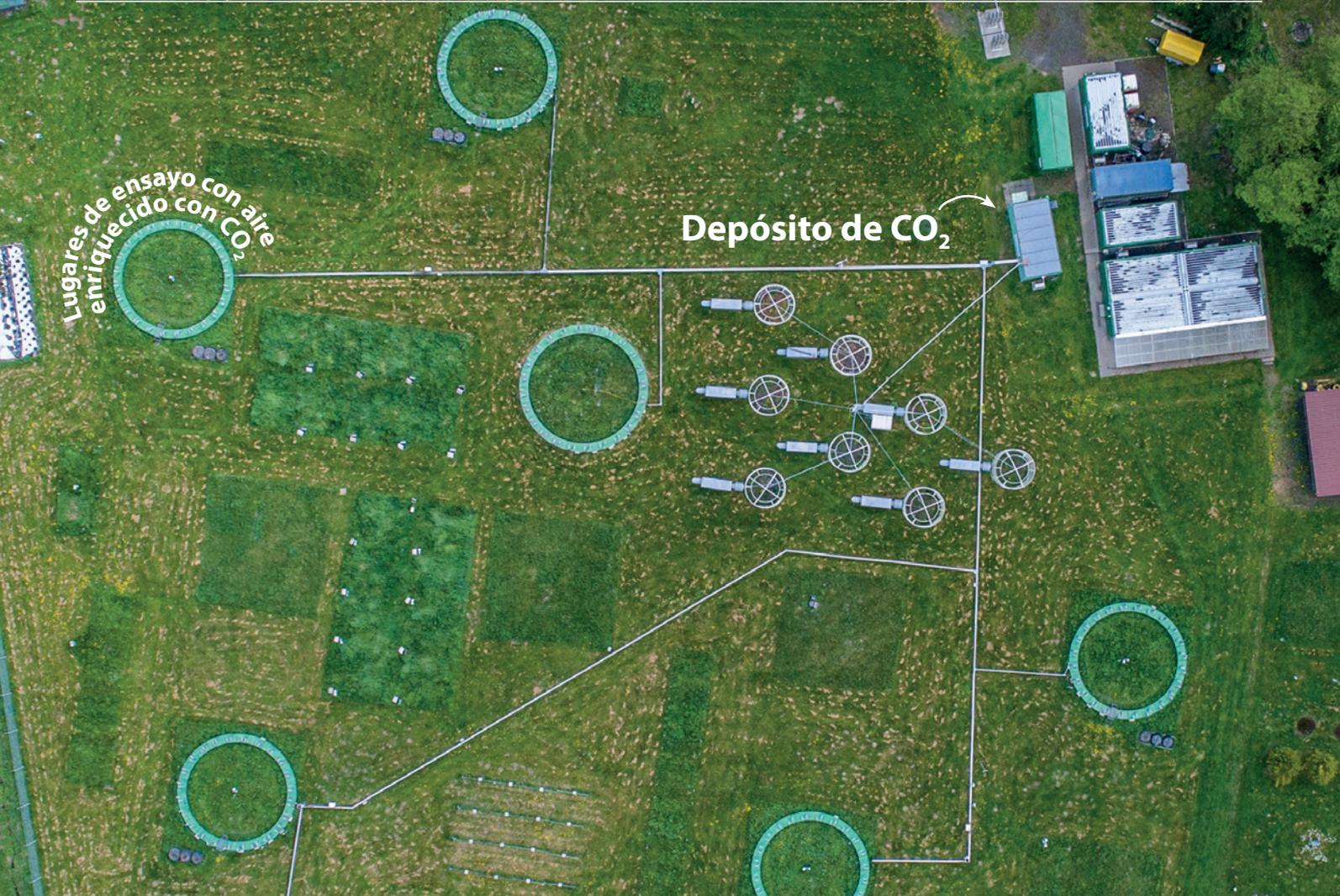
Ayudar a los agricultores reduciendo al mismo tiempo las emisiones de gases de efecto invernadero

“Aunque hoy hay más bocas que alimentar que nunca en todo el planeta, la solución al problema no pasa por utilizar más fertilizante; su uso excesivo es, en gran medida, una de las razones por las que el sector agrícola se ha ido convirtiendo gradualmente en una de las principales fuentes de gases de efecto invernadero durante los últimos 70 años”, explica Christoph Müller, experto en suelos y plantas del Instituto de Fitoecología, Universidad Justus Liebig de Giessen (Alemania) y de la Facultad de Biología y Ciencias

Ambientales del Colegio Universitario de Dublín. En 2014 el sector agrícola, incluida la silvicultura y otros usos de la tierra, representó el 24 % de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

“Tenemos que proteger el medio ambiente y ayudar al mismo tiempo a los agricultores pero, para ello, debemos antes comprender de manera detallada cómo interactúan los fertilizantes con el suelo y los cultivos, y en qué momento emiten gases de efecto invernadero”, dice el Sr. Müller. “Las técnicas nucleares pueden ayudarnos a obtener esos detalles y a encontrar formas sostenibles de producir más alimentos y, al mismo tiempo, reducir al mínimo el impacto ambiental”.

A medida que las plantas y el suelo transforman el fertilizante en nutrientes útiles, se generan algunos subproductos que son gases de efecto invernadero: dióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (N_2O) y metano (CH_4). Con la cantidad de fertilizante adecuada, las plantas crecen y la cantidad de gases de efecto invernadero que se emite es mínima. Sin embargo, cuando hay tanto fertilizante que las plantas no son capaces de procesarlo y quedan restos de fertilizante almacenados en el suelo, las emisiones aumentan exponencialmente.



En el experimento “Free-Air CO₂ Enrichment” (FACE), se bombea aire enriquecido con CO₂ en varios lugares de ensayo mediante anillos de tuberías con el objetivo de simular en pastizales típicos las condiciones de CO₂ en la atmósfera previstas para mediados del presente siglo.

(Fotografía: C. Müller/Universidad Justus Liebig de Giessen)

El Sr. Müller y científicos de nueve países, junto con expertos del OIEA y en colaboración con la FAO, están rastreando distintos isótopos para comprender la relación entre el fertilizante, los cultivos, el suelo y las emisiones de gases de efecto invernadero (véase el recuadro “Base científica”). Estas técnicas también se están empleando como parte del experimento “Free-Air CO₂ Enrichment” (FACE), que ayuda a los científicos a estudiar de qué manera los niveles más altos de CO₂ en la atmósfera asociados al cambio climático pueden repercutir en la calidad de los cultivos y en las necesidades de fertilizante. Las conclusiones de sus estudios isotópicos se utilizarán en la elaboración de directrices para ayudar a reducir el uso de fertilizante en la agricultura, sin menoscabo de la calidad o el rendimiento de los cultivos.

Los resultados de la investigación ya han puesto de manifiesto formas de optimizar la utilización de fertilizante en una superficie de más de 100 hectáreas de terreno dedicadas al pastoreo y al cultivo de arroz, maíz y trigo: las emisiones de gases de efecto invernadero se redujeron en un 50 % y el rendimiento de los cultivos se incrementó en un 10 %.

“El experimento FACE también nos ha permitido observar que, si bien las plantas están creciendo más, su calidad está cambiando”, explica el Sr. Müller. FACE es un espacio donde se simula a gran escala el cambio climático en condiciones naturales. El estudio, que se está llevando a cabo en Giessen (Alemania), es uno de los ensayos de más larga duración de esta índole en el que se simulan, en pastizales típicos, las condiciones de CO₂ en la atmósfera previstas para mediados del presente siglo.

Las plantas que crecen en estas condiciones de alta concentración de CO₂ se endurecen y su contenido en proteínas disminuye. Además de tener que hacer un esfuerzo adicional al ingerir estas plantas, las vacas deben consumir más cantidad a fin de obtener nutrientes en cantidad suficiente para producir leche. Esta situación no solo constituye una amenaza para la producción de leche, sino que también provoca que las vacas emitan más metano, un gas de efecto invernadero 34 veces más potente que el CO₂.

Rastros de fertilizante en masas de agua y en el agua potable

Además de contribuir a las emisiones de gases de efecto invernadero, el exceso de fertilizante suele llegar, por efecto de la lluvia o del deshielo, a ríos y arroyos, y desde ahí acaba en los océanos y en los suministros de agua potable.

“Los agrocontaminantes pueden hacer que el agua sea imbebible y causar daños en los ecosistemas acuáticos y en la biodiversidad”, afirma Lee Heng, Jefa de la Sección de Gestión de Suelos y Aguas y Nutrición de los Cultivos de la División Mixta FAO/OIEA de Técnicas Nucleares en la Alimentación y la Agricultura. “Los nutrientes presentes en el fertilizante, por ejemplo, fomentan el crecimiento de algas, lo que reduce los niveles de oxígeno en el agua y resulta perjudicial para los peces y la vida acuática”.

Los fertilizantes son una de las varias sustancias químicas utilizadas en la agricultura que contaminan el medio ambiente. Otros ejemplos incluyen los plaguicidas, la sal procedente del agua de riego, los sedimentos y los residuos de medicamentos veterinarios. Estas sustancias se utilizan cada vez más, mientras los productores de alimentos buscan formas de aumentar la producción de alimentos y combatir al mismo tiempo los efectos del cambio climático, señala la Sra. Heng.

Científicos de 15 países están colaborando con expertos de la División Mixta FAO/OIEA para rastrear múltiples isótopos estables con el objetivo de analizar agrocontaminantes, sus orígenes y su movimiento (véase el recuadro “Base científica”). Estas técnicas formarán un conjunto de recursos para localizar las fuentes de agrocontaminantes y desarrollar prácticas sostenibles innovadoras que contrarresten el uso excesivo de estas sustancias y su impacto en el medio ambiente.

Si bien durante más de 20 años los científicos han utilizado isótopos de manera individual para detectar agrocontaminantes,



En el delta del Danubio, las algas crecen por efecto de los nutrientes presentes en el fertilizante que contamina el agua.

(Fotografía: División mixta FAO/OIEA)

emplear un isótopo cada vez no proporciona suficiente información para distinguir entre diferentes contaminantes y sus firmas isotópicas características.

“Al analizar múltiples isótopos se obtiene una imagen más completa de la contribución relativa de cada sustancia química procedente de cada una de las distintas fuentes. De este modo, los científicos pueden saber qué método deben adoptar para hacer frente a los contaminantes presentes en los campos y en distintas zonas”, explica la Sra. Heng.

BASE CIENTÍFICA

Técnicas de isótopos estables

Los isótopos son átomos de un mismo elemento que tienen igual número de protones pero un número distinto de neutrones, lo que da como resultado un peso atómico distinto. Por ejemplo, el nitrógeno 15 tiene el mismo comportamiento químico que el nitrógeno 14, pero posee un neutrón más, por lo que es más pesado. Los científicos pueden usar esta información para rastrear y entender cómo se transforman los isótopos, así como sus rutas de flujo y sus intercambios con las plantas, el suelo y las masas de agua.

Los científicos utilizan nitrógeno 15 y carbono 13 para rastrear el movimiento y el origen de las emisiones de óxido nítrico, metano y dióxido de carbono en la agricultura. Mediante fertilizantes marcados con el isótopo nitrógeno 15, los científicos pueden seguir el rastro del isótopo y determinar la eficacia con la que los cultivos absorben el fertilizante, así

como cuánta cantidad queda. El carbono 13 se rastrea para determinar el movimiento y el origen del dióxido de carbono y el metano.

Análisis de múltiples isótopos

Los científicos utilizan los isótopos estables del carbono, el hidrógeno, el nitrógeno, el oxígeno y el azufre para rastrear agrocontaminantes, incluido su origen y su movimiento desde el suelo hasta las masas de agua. ¿Por qué se recurre a estos isótopos? Porque los fertilizantes y los plaguicidas contienen nitrógeno, azufre y carbono, elementos que el agua, que contiene isótopos del oxígeno y el hidrógeno, disuelve y transporta. Los isótopos se miden simultáneamente a fin de distinguir el ciclo del agua del de la contaminación y comprender mejor la procedencia y el destino de los contaminantes.