

Una mirada al empleo de técnicas nucleares e isotópicas en estudios agrícolas

El gran desafío de la producción agropecuaria es satisfacer la demanda de alimentos de una población mundial en aumento, ante superficies productivas y recursos en disminución. Las técnicas nucleares e isotópicas¹ son herramientas que complementan y, muchas veces, brindan resultados más precisos o en menor tiempo, que las técnicas de análisis tradicionales. Permiten estudiar alternativas de prácticas agrícolas que aumenten la eficiencia de los recursos, protegiendo el suelo. Se utilizan en favor de la agricultura sustentable y son inocuas para el clima.

¿Por qué es tan importante conservar el suelo?

El *suelo* es un sistema vivo. Es el principal recurso para la producción de alimentos, proporciona el medio para que crezcan plantas, microorganismos, insectos, lombrices y mamíferos, que interactúan constantemente entre sí. Los procesos físicoquímicos y biológicos resultantes de estas interacciones, la acción del hombre a través de la agricultura y los eventos climáticos, modifican la disponibilidad del agua almacenada y de los nutrientes del suelo. Las plantas, mediante la fotosíntesis y la transpiración, incorporan el *dióxido de carbono* del aire a sus células, para formar compuestos de mayor complejidad, que son necesarios para su crecimiento. Pero para que esto suceda también necesitan nutrientes y agua. Uno de los principales nutrientes para las plantas es el *nitrógeno* (N); el 78 % de la atmósfera es N; y en el suelo su fuente principal es la materia orgánica. El N del suelo es transportado por el agua e ingresa a la planta a través de la raíz. Las plantas pueden competir por el N con los microorganismos, haciendo que el estudio de este nutriente en el suelo sea dificultoso. En la División Aplicaciones Agronómicas de CNEA estudiamos los efectos de las prácticas agrícolas de conservación de suelos, de fertilización y nutrición mineral, y uso del agua, en el marco de la producción agrícola sustentable. Contamos con experiencia en el empleo de isótopos estables de nitrógeno,



Autor Luciano Benavides

Ingeniero Agrónomo (UNLu)
 Jefe División Aplicaciones Agronómicas (CAE / CNEA)
 Docente Instituto Dan Beninson (CNEA / UNSAM)
 Contraparte argentina ante el OIEA en proyectos de investigación vinculados a la temática



Fig. 1 - Muestreo de suelos para luego determinar nutrientes y aguas.

oxígeno e hidrógeno. También empleamos ciertos *radioisótopos*² y *fuentes radiactivas* que emiten neutrones, en equipos como *sondas de neutrones de profundidad*.



Fig. 2 - Ensayo en invernadero, donde se evaluaron distintas dosis de fertilizante nitrogenado y alternativas de fertilización en un cultivo de maíz.

¿Cómo se emplean los isótopos?

En la naturaleza pueden existir diferentes isótopos de un mismo elemento, y por lo general, el isótopo más liviano³ es el que más abunda. En el caso del N, este posee dos isótopos estables; en el aire que respiramos hay 99,6337 % de ¹⁴N (liviano) y 0,3663 %



Fig. 3 - Ensayo donde se evaluó el rendimiento de maíz no fertilizado con N, que fue sembrado luego de un cultivo fijador de nitrógeno.



Fig. 4 - Empleo de una sonda de neutrones para determinación de contenido hídrico del suelo.

de ^{15}N (pesado). Un equipo llamado *espectrómetro de masas* permite evaluar cómo varía la *relación isotópica* del N (cantidad relativa entre el isótopo liviano y el pesado), lo que posibilita seguir con precisión el camino del elemento (en este caso N) en un medio (suelo, agua, aire o tejidos vivos). También se pueden usar radioisótopos y rastrear la *radiactividad* (energía que emiten) en el medio a estudiar (planta). Por otro lado, se puede evaluar cómo varía la energía y la velocidad de una determinada *partícula* (neutrones) por la interacción de estos, con un medio (agua).

Algunos ejemplos de aplicación

Para realizar los estudios de nutrientes y del agua del suelo, primero se toman muestras a diferentes profundidades y luego se envían a los laboratorios. (Fig. 1)

Fertilizantes: Empleando fertilizantes enriquecidos con ^{15}N podemos evaluar distintos tipos de fertilizantes nitrogenados, dosis y momentos de aplicación, para prevenir posibles fuentes de contaminación de aguas o la producción de algunos gases de efecto invernadero. (Fig. 2)

Nutrientes en el sistema: Estudiando la variación en la relación isotópica del N se pueden estimar los aportes y pérdidas de N que ocurren en el *sistema suelo-planta-atmósfera*, debido a procesos naturales derivados de la acción de los microorganismos del suelo, como la *fijación biológica del N*⁵, o de las prácticas agrícolas que realiza el hombre. Estas determinaciones ayudan en la toma de decisiones de fertilización, estrategias de manejo y tipos de cultivos a sembrar, entre otros, con el fin de lograr rendimientos aceptables. (Fig. 3)

Agua: Equipos denominados sondas de neutrones permiten determinar de manera inmediata el contenido hídrico de los suelos, a distintas profundidades. Esto es de gran utilidad en producción o estudios de aplicación de riego, porque ayudan a evaluar estrategias para que el suelo acumule agua, y también estimar un indicador denominado *eficiencia de uso de agua* (EUA)⁶ de un cultivo. Los isótopos estables del oxígeno e hidrógeno permiten determinar el consumo de agua de una planta, pudiendo discriminar entre el agua que se evapora desde el suelo (considerada perdida) y la que transpira la planta (considerada proporcional a la producción de su propia biomasa⁷). Con esta metodología podemos estimar de manera más precisa la EUA y ajustar las prácticas de manejo. (Fig. 4)

REFERENCIAS

- 1 Son técnicas que emplean isótopos de determinados elementos. Se denomina isótopos a los átomos que tienen el mismo número atómico (cantidad de protones), pero tienen distinta masa atómica (cantidad de neutrones) en su núcleo. Es decir, es el mismo elemento, pero con cierta variante.
- 2 Son isótopos radiactivos, o sea inestables.
- 3 O sea, el de menor número másico (suma de protones y neutrones de su núcleo).
- 4 Fertilizante con un contenido de ^{15}N muy superior al natural.
- 5 Proceso biológico donde se aporta N del aire al suelo. Se lleva a cabo a través de la interacción entre ciertos microorganismos y plantas de la familia de las leguminosas.
- 6 Coeficiente que relaciona la cantidad de agua que transpira una planta y la cantidad de biomasa⁷ seca que ella produjo.
- 7 La totalidad de la materia orgánica producida por la misma planta (raíces, tallos, hojas, flores y frutos).

ABREVIATURAS

- UNLu: Universidad Nacional de Luján
 CAE: Centro Atómico Ezeiza (Provincia de Buenos Aires)
 CNEA: Comisión Nacional de Energía Atómica
 OIEA: Organismo Internacional de Energía Atómica
 UNSAM: Universidad Nacional de San Martín