

las plantas y el suelo

19

La producción agrícola puede aumentar y mejorar con abonos eficaces y con buenos métodos de aprovechamiento del suelo, uno de los cuales es el riego.

En el simposio que se celebró recientemente en la Sede del Organismo en Viena, patrocinado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y el OIEA, se examinaron los progresos conseguidos en el estudio de las relaciones entre el suelo y las plantas con ayuda de isótopos y técnicas de radiación.

En la sesión de apertura del Simposio, el Dr. O. B. Fischnich, Subdirector General del Departamento de Agricultura de la FAO, recordó a los participantes que la actual tasa de crecimiento de la población mundial es del 2% y que al final del presente siglo la población del globo alcanzará los 7 000 millones. A la larga, manifestó, el abastecimiento adecuado de alimentos es un problema que sólo se resolverá controlando eficazmente el crecimiento demográfico, «pero el aumento de la producción agrícola puede hacer mucho para mejorar la situación, como se ha podido ver».

Entre 1954 y 1967 la producción mundial de alimentos aumentó en un 46%, dijo, lo que supone cerca del 2,9% anual. Pero la población mundial aumenta al mismo tiempo; el incremento de la producción alimentaria per cápita ha sido sólo del 30%, o sea un 1% anual aproximadamente. Tanto en los países adelantados como en los países en desarrollo el incremento de la producción total de alimentos ha sido casi igual pero las diferencias de la tasa de crecimiento demográfico han hecho que el aumento per cápita de la producción alimentaria fuera el 25% (1,7% anual) en los primeros y sólo el 6% (0,4% anual) en los segundos.

Sin embargo, semejante aumento de la producción de alimentos supone un éxito «espectacular», conseguido en gran parte gracias a la obtención y empleo de nuevas variedades de cereales de alto rendimiento —particularmente trigo y arroz— en los países en desarrollo de Asia y América Latina, combinado con el uso de abonos modernos, ade sistemas de riego y otras prácticas agrícolas. En México, país que puede considerarse como la cuna de la «Revolución verde», el empleo de un mutante del trigo ha hecho aumentar el rendimiento por hectárea de 530 kilos en 1950 a 2 530 en 1970. En la India la producción de trigo pasaba apenas de 12 millones de toneladas en 1964-1965, pero alcanzó los 23 millones en 1970-1971.

«Aunque la Revolución verde se ha limitado hasta la fecha a unos pocos cereales en unos pocos países, sus posibilidades futuras son realmente enormes», manifestó el Dr. Fischnich. «Claro que hay que tener en cuenta que el cultivo eficaz de plantas alimenticias de alto rendimiento depende mucho del buen uso de los abonos y de otras prácticas agrícolas; para poder aumentar la producción agrícola es indispensable conocer bien cómo las plantas utilizan los nutrientes y el agua, y cómo unos y otra van desde el suelo hasta las plantas.» Ha quedado

demostrado que conviene emplear isótopos y técnicas de radiación en los estudios agronómicos; prueba de ello es el gran número de memorias presentadas (cincuenta y cinco, que el OIEA publicará dentro de varios meses en su Colección de Actas; en total, asistieron al Simposio 116 científicos e investigadores de 34 países y seis organizaciones internacionales).

Al Dr. Fischnich le agradó particularmente que tres sesiones del simposio se consagrasen al empleo de isótopos y técnicas de radiación en silvicultura, «esfera que pese a su importancia ha recibido poca atención en lo pasado». Con el continuo aumento de la repoblación forestal se hace cada vez más acuciante la necesidad de disponer de más datos sobre los suelos de los bosques y sobre los problemas relacionados con la nutrición y el empleo de abonos en ellos.

Antecedentes

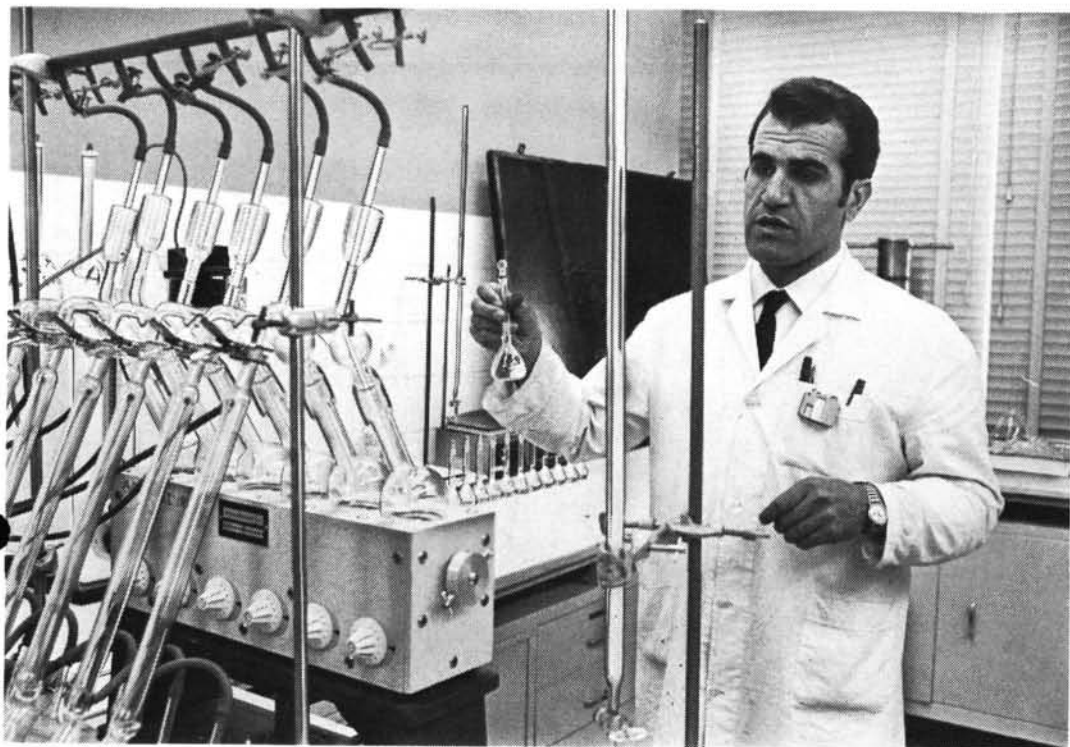
El último simposio que trató de estos mismos temas fue en 1966, y desde entonces se han hecho muchos progresos. En la reunión más reciente se prestó especial atención a la investigación de los aspectos físicos y químicos de los suelos que afectan al crecimiento de las plantas, a la captación y traslocación de nutrientes por las plantas, al empleo de fertilizantes y a otras prácticas de aprovechamiento del suelo.

La División Mixta FAO/OIEA de la Energía Atómica en la Agricultura y la Alimentación usa frecuentemente abonos marcados con ^{32}P y ^{15}N en sus programas coordinados de investigación sobre el arroz, el maíz y el trigo. La técnica empleada en sus estudios sobre los efectos de la variación de la época de aplicación, colocación y naturaleza de los abonos consiste, en principio, en abonar el cultivo con fertilizantes marcados y determinar a continuación el porcentaje del elemento que la planta ha captado de los fertilizantes. Como pueden tomarse muestras representativas de los cultivos anuales de este tipo, es posible calcular la cantidad total de abono que han captado las plantas.

Por diversas razones esta técnica no se puede emplear en los estudios sobre arboricultura. En primer lugar, la cantidad de fertilizantes marcados que se necesita es mucho mayor que en el caso de los cultivos anuales, por lo cual los gastos son más elevados. En segundo lugar, no se puede analizar un árbol completo ni tampoco, por tanto, se puede determinar el porcentaje del elemento fertilizante que el árbol ha captado. Por consiguiente, es difícil formular conclusiones cuantitativas al evaluar el tratamiento con fertilizantes.

Determinación de la actividad

A fin de superar estas dificultades, la División Mixta, en colaboración con el Laboratorio del OIEA en Seibersdorf, ha elaborado una técnica para determinar la actividad radicular de los árboles. Esta técnica consiste en inyectar soluciones de fosfato marcado en el suelo, en anillos concéntricos, a profundidad y distancia adecuadas alrededor del tronco. Para evaluar



«... para poder aumentar la producción agrícola es indispensable conocer bien cómo las plantas utilizan los nutrientes y el agua, y cómo unos y otra van desde el suelo hasta las plantas.» Un científico que trabaja en el Laboratorio Agrícola del Centro Nuclear de la Universidad de Teherán (Irán) comprueba la eficacia de la fertilización del trigo mediante una técnica a base de trazadores radioisotópicos. Foto: Naciones Unidas/Muldoon

los tratamientos se comparan las respectivas actividades (en impulsos por minuto del ^{32}P por gramo de materia seca) en muestreos efectuados sucesivamente en lugares bien definidos morfológicamente.

En los experimentos realizados durante el programa coordinado de investigaciones sobre la palma de aceite, el cacao, el cafeto, los cítricos, el cocotero y árboles frutales de hoja caduca, las inyecciones de ^{32}P se administraron triturando ampollas de vidrio selladas, que contenían unos 300 μCi de ^{32}P en 4 ml de solución de 1 000 ppm de fósforo, en 16 puntos equidistantes situados alrededor del árbol, a la distancia y profundidad requeridas. La manipulación y el suministro del ^{32}P en ampollas facilitó considerablemente los trabajos de campo, reduciendo al mínimo los riesgos de irradiación y contaminación.

Los resultados conseguidos se describieron en una memoria presentada en el reciente simposio por H. Broeshart (División de Investigaciones y Laboratorios del OIEA) y D. Nethsinghe (División Mixta de la Energía Atómica en la Agricultura y la Alimentación), quienes indicaron que «esta técnica es suficiente para señalar cuál es la parte más activa del sistema radicular y, por ende, deducir cuál es el lugar más adecuado para abonar».

«Sin embargo, se vió claramente que sólo era posible evaluar cualitativamente los tratamientos, no sólo debido a la dificultad de obtener una muestra representativa de los hojas de los árboles, sino también debido a que la actividad del ^{32}P dentro de un árbol y entre un árbol y otro varía considerablemente y con frecuencia se observaron desviaciones estándar del 100% e incluso más elevadas...»

Por tanto, se efectuaron investigaciones en Seibersdorf para elaborar métodos que permitieran evaluar cuantitativamente los tratamientos, reduciendo al mismo tiempo los elevados errores de muestreo y recuento. A fin de determinar si la alta variabilidad era característica



del ^{32}P se compararon inyecciones de ^{32}P y de ^{15}N en un experimento efectuado con manzanos. Se realizó un segundo experimento con abedules y fresnos, mediante inyecciones de una solución marcada con ^{32}P y ^{33}P . Se supuso que esta técnica de doble marcación con ^{32}P y ^{33}P , en la que el ^{33}P se aplica siempre en posición estándar con respecto al árbol y el ^{32}P en un lugar correspondiente al tratamiento ensayado, tendría la ventaja de que los efectos específicos del tratamiento —tales como los derivados de la profundidad o distancia del punto de aplicación— podrían expresarse en forma de razón $^{33}\text{P}/^{32}\text{P}$. De esta manera se eliminaría la variabilidad de un árbol a otro.

La memoria describe detalladamente los experimentos. Broeshart y Nethsinghe afirman que «la actividad radicular puede estudiarse indistintamente con ^{32}P o ^{15}N , puesto que los resultados cualitativos son los mismos. Por otra parte, en el caso del nitrógeno, la variabilidad de los datos obtenidos es mucho menor que la del recuento del ^{32}P , lo que parece indicar que la elevada variabilidad de estos recuentos se debe tal vez a una causa particular».

Pero como el alto precio del ^{15}N impide utilizarlo en muchos experimentos de inyección de árboles, la segunda técnica, en la que la actividad radicular relativa en un lugar determinado se expresa como la razón del fosfato marcado captado desde el lugar estándar (^{33}P) al captado desde el lugar ensayado (^{32}P), resultó «ser mucho más satisfactoria. No sólo la variación de la razón $^{33}\text{P}/^{32}\text{P}$ es mucho menor que la de la actividad del ^{32}P , sino que además el método de doble marcación es cuantitativo y refleja el número de inyecciones. Desde el punto de vista experimental, el método basado en la razón $^{33}\text{P}/^{32}\text{P}$ posee la ventaja de que es independiente del lugar de que procede la muestra folicular. Todas las muestras de hojas de un árbol al que se ha inyectado ^{32}P y ^{33}P simultáneamente poseerán la misma razón si no existen vías específicas desde ciertas partes de las raíces a ciertas partes de las ramas y de las hojas, o de ambos; sin embargo, el método basado en la razón $^{33}\text{P}/^{32}\text{P}$ podría utilizarse para estudiar vías específicas en los árboles».

Los autores dicen que hoy en día es posible estudiar métodos más prácticos de fertilización. Además, el principio de la técnica de doble marcación podría extenderse a las comparaciones entre diferentes tipos de fertilizantes fosfatados. Uno de ellos sería el fertilizante estándar, marcado con ^{33}P y aplicado en un lugar determinado. El fertilizante a ensayar se marcaría con ^{32}P y la captación se expresaría por la razón de ambos fertilizantes.

La ventaja decisiva de esta técnica es que los resultados se obtienen rápidamente. Las investigaciones «de tipo tradicional» sobre la eficacia del empleo de fertilizantes en cultivos arborícolas —consistentes en evaluar el rendimiento después de la cosecha para cada uno de los métodos de aplicación— pueden durar hasta 10 años para una sola serie de experimentos, y puede que los resultados no sean tampoco concluyentes. Con trabajos como los descritos en este artículo se ahorra tiempo y se obtienen más datos, que contribuyen a aumentar la producción y a reducir los gastos generales.