

# La física del suelo y la producción agrícola

por K. Reichardt\*

La producción agrícola depende muchísimo de las propiedades físicas del suelo, principalmente de las que determinan la capacidad de éste para retener y transmitir el agua. Estas propiedades influyen en las disponibilidades de agua para los cultivos, y por lo tanto, pueden determinar su rendimiento. El conocimiento de las propiedades físicas del suelo es esencial para definir y/o mejorar las prácticas de aprovechamiento del agua de los suelos a fin de obtener una productividad óptima para cada condición de suelo/clima. Otro factor que limita rigurosamente la producción agrícola en muchas zonas del mundo es el elevado contenido de sal de los suelos y del agua. Estos suelos — clasificados como salinos o sódico/salinos, según su alcalinidad — solo pueden soportar un crecimiento vegetativo insignificante.

Según estadísticas publicadas por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), se prevé que la población mundial se habrá duplicado para el año 2000, si la tasa de aumento actual persiste. Este aumento de la población requiere que, durante ese mismo período, se duplique, por lo menos, la producción mundial de alimentos. Y, aunque se espera que parte de este aumento proceda de la adopción de tecnología más adelantada — como el uso de variedades vegetales de gran rendimiento y que respondan bien al empleo de fertilizantes — por lo menos en los países en desarrollo, buena parte del aumento requerido habría de obtenerse poniendo más tierras en cultivo. Desde luego, esto ejercería presiones tremendas sobre las menguantes disponibilidades de tierras labrantías y haría que cobrase gran importancia la necesidad de recuperar, mediante trabajos de mejoramiento, tierras clasificadas como improductivas para la agricultura, como son las de suelos salino/sódicos. Además, es frecuente que escasee el agua, lo que limita mucho el rendimiento de los cultivos. Por lo tanto, en muchos casos el aumento de la producción de alimentos estará vinculado a la provisión de agua de riego, si bien puede ocurrir que ésta no sea de buena calidad, con lo que su uso puede conducir a la formación de suelos salino/sódicos.

La FAO y el IOEA organizaron un simposio conjunto\*\* para evaluar los recientes adelantos y las futuras tendencias en cuanto al uso de las técnicas isotópicas y de radiaciones en la esfera de la física del suelo y de las investigaciones sobre riegos en su relación con los problemas más arriba indicados. Las actas del simposio muestran que se está

trabajando mucho para hacer aplicable la física del suelo al análisis *in situ* del comportamiento físico de los suelos en relación con la producción agrícola, y para elaborar prácticas de actuación eficaces con las que mejorar y conservar la calidad y la cantidad de las tierras agrícolas. Se presta especial atención a la medición *in situ* de las propiedades del complejo suelo-agua que caracterizan la economía hídrica de un terreno, así como de las propiedades que determinan la calidad de la solución del suelo dentro del perfil y de las del agua que, por lixiviación, desciende hasta quedar fuera del alcance de las raíces de las plantas y acaba pasando a las aguas subterráneas y superficiales. En general, los principios y procesos fundamentales que rigen las reacciones del agua y sus solutos dentro del perfil del suelo se conocen bien. En cambio, la tecnología aplicable a la observación continuada *in situ*, del comportamiento de los suelos continúa estando mal definida, debido primordialmente a la heterogeneidad del paisaje. Se tomó nota del concepto de “volumen de suelo elemental representativo”, de interés para la definición de las propiedades de los suelos, la realización de mediciones físicas, y el empleo de la teoría física en la ordenación de los recursos suelo-agua.

La caracterización física del suelo vegetal depende mucho de la variabilidad espacial y temporal de éste. Para describir bien, desde el punto de vista físico, grandes extensiones de terrenos agrícolas hay que dar con mejores maneras de hacer frente a esa variabilidad. El simposio discutió exhaustivamente este tema e indicó las principales líneas de acción futura. Se reconoció que la sonda neutrónica es apropiadísima para los trabajos de campo y que los métodos de conversión de datos a escalas equiparables y los de análisis geoestadístico, si se aplican correctamente a los suelos, permitirán comprender mejor el problema.

Las memorias se centraron en los problemas de la calidad del agua de riego y de la producción agrícola en medios salinos y sódicos. Un grupo asesor especial delimitó las zonas de investigación en las que las técnicas isotópicas y de radiación apropiadas pueden aplicarse con éxito y resultar más ventajosas que otras. Se reconoció una vez más que la salinidad del suelo y del agua opone un serio impedimento al desarrollo de la agricultura en diversos países, particularmente los de los trópicos semiáridos. Se consideró que la salinidad constituye un complejo problema hidrológico, pedológico y biológico cuya solución requiere que se investigue más a fondo y que prosigan los trabajos de aplicación *in situ*.

Se presentaron interesantes resultados de estudios del complejo tierra-agua y de prácticas de ordenación agraria, que indicaban los medios a utilizar para que los cultivos aprovecharan mejor el agua disponible y el fertilizante añadido. Se describieron los usos del nitrógeno-15 como trazador en los estudios sobre fertilizantes, y los de las sondas neutrónicas en los balances campo-agua. Se

\* Jefe de la Sección de Fertilidad de Suelos, Riegos y Producción Agrícola de la División Mixta FAO/OIEA para el Empleo de isótopos y Radiaciones Nucleares en el Desarrollo de la Agricultura y la Alimentación.

\*\* Simposio internacional FAO/OIEA sobre el empleo de técnicas isotópicas y de radiación en los estudios sobre física del suelo y sobre riegos, Aix-en-Provence (Francia), 18 a 22 de abril de 1983.

presentaron novedades y mejoras de la metodología nuclear pertinente, tales como dispositivos para la medición del contenido en agua y de la densidad aparente del suelo en que se utilizan dos fuentes neutrónicas, o bien una fuente gamma y otra de neutrones, o bien dos fuentes gamma, o sistemas fuente/haz multigamma-neutrónicos. En el simposio se puso de manifiesto que se han logrado progresos en cuanto a la medición del contenido en agua

del suelo con sondas neutrónicas, pero también que es mucho lo que queda por hacer para mejorar el equipo y los métodos.

El gobierno de Francia tuvo la gentileza de acoger al simposio, en el que participaron más de 100 científicos de países de Europa, Asia, Africa, y América del Norte y del Sur.

---

# La operación de las centrales nucleares en condiciones de seguridad

por H.A. Wright\*

Casi tras 3000 años-reactor de funcionamiento de centrales nucleares, ¿cabía debatir algo nuevo durante el reciente Simposio internacional sobre seguridad operacional de las centrales nucleares? \*\* La respuesta es afirmativa. Aunque no se hayan producido últimamente progresos sensacionales en esta industria hoy ya en proceso de maduración, sí existen nuevas técnicas, nuevas nociones y nuevos métodos para hacer frente a antiguos problemas. Además, como un accidente que se produjera en una central nuclear podría tener importantes repercusiones en el funcionamiento de otras centrales en distintos lugares del mundo, el intercambio de informaciones sobre los perfeccionamientos de la seguridad operacional es beneficioso para todos los interesados. Los amplios temas definidos en el simposio incluían: la gestión de las centrales nucleoelectricas, la capacitación del personal, los factores humanos y la interrelación hombre-máquina, los mejoramientos de diseño para una mayor seguridad operacional, el aprovechamiento de la experiencia operacional, las actividades internacionales en la esfera de la seguridad operacional, y las medidas previstas para casos de emergencia.

## ¿Expertos sobre accidentes o personal mejor capacitado?

Gran interés despertó entre los participantes en el Simposio el método que se sigue en Francia de asignar personal a las salas de control de las centrales nucleares, y ello debido en parte a que muchos no comprendían

bien la función precisa atribuida al ingeniero a cargo de la seguridad. Según ese método, dicho ingeniero ha recibido durante dos años especial capacitación sobre el comportamiento de una central en condiciones no normales: se trata de un graduado universitario que, además, puede haber adquirido ya experiencia como jefe de turno en el funcionamiento de una central. En circunstancias normales de operación, el jefe de turno tiene la plena responsabilidad de la operación de la central. Sin embargo, tan pronto como se observe una situación anormal se debe informar al ingeniero de seguridad, quien se persona inmediatamente en la sala de control y asume la plena responsabilidad de la operación de la central. Siempre que sea necesario, imparte instrucciones al jefe de turno respecto de las medidas que sea necesario tomar.

La necesidad de la presencia de un ingeniero especialmente cualificado en materia de seguridad procede de que, en Francia, el personal de los equipos de turno solo ha recibido instrucción a nivel de enseñanza secundaria y, aunque puede realizar correctamente las operaciones que se le han encomendado, no se espera de él que diagnostique las causas de situaciones operacionales anómalas. Por el contrario, en otros países el personal de los turnos debe poseer cualificaciones similares a las del ingeniero de seguridad en Francia, por lo que se requiere más personal cualificado a nivel universitario y que posea experiencia operacional.

Esta descripción de la práctica francesa provocó en el Simposio una serie de preguntas sobre la posibilidad de que tal división de responsabilidades en la central creara ciertos problemas. Si el personal de operaciones no está cualificado y preparado para diagnosticar un funcionamiento anormal de la central, ¿qué sucede durante el período inicial de tales situaciones anómalas? Un informe preparado en relación con un incidente en

\* El Sr. Wright es antiguo funcionario de la Sección de Seguridad de Instalaciones Nucleares de la División de Seguridad Nuclear del OIEA.

\*\* Dicho Simposio, convocado por el OIEA en cooperación con el Commissariat à l'énergie atomique y Electricité de France, se celebró en el Palais des Congrès, Marsella (Francia).