¿QUÉ NOS ENSEÑA LA GRANJA DE ZTOUTI?

VERDES CAMPOS PROSPERAN EN LAS TIERRAS SALINAS DE MARRUECOS

POR LOTHAR WEDEKIND

Sed El Masjoune, provincia de El Kalaa des Sraghna, Marruecos

No es el desierto, pero se asemeja. Las tierras secas, llanas y prácticamente yermas, que rodean la pequeña granja familiar de Hassan Ztouti, situada a casi una hora al norte del bullicioso Marrakech, son terrenos escabrosos. Incluso en los años buenos --que desde hace tiempo no disfrutan los agricultores afectados por la sequía que asola al país--, el promedio de lluvias es de unos pocos centímetros al año. Aunque eso basta para alimentar las irregulares parcelas de arbustos y pastos, en los campos en barbecho no se pueden cultivar las higueras, los olivos, el trigo ni la cebada que los pequeños agricultores de Marruecos cosechan en las zonas más fértiles de los Montes Atlas.

Entonces, ¿por qué los campos del Sr. Ztouti se convierten en pastos más verdes? Ztouti está aplicando un nuevo método agrícola, que los edafólogos y el personal encargado de la ordenación de las tierras denominan "agricultura biosalina". Se están haciendo progresos decisivos en esa esfera, gracias a los medios proporcionados por la ciencia y la tecnología nucleares. *(Véase el recuadro de la página siguiente.)* En los últimos tres años, la granja del Sr. Ztouti se ha convertido en sitio de demostración de los planes de Marruecos, encaminados al cultivo de plantas en suelos salinos. En conjunto, las tierras salinas suman cientos de miles de hectáreas en todo el país --solamente alrededor de Sed El Masjoune existen más de 10 000 hectáreas. Los suelos contienen demasiada sal para la supervivencia o el crecimiento saludable de la mayoría de los cultivos, pero no de todos.

En parcelas de varias hectáreas irrigadas con el agua salobre de un pozo cercano, el Sr. Ztouti cultiva diversas plantas, como árboles de eucalipto y acacia, un tipo de planta llamada colza, olivos, y el arbusto forrajero artiplex que puede ayudar a alimentar a los animales de carga y al ganado.

En la misma medida en que sus plantas crecen, aumenta el interés de los demás agricultores por imitarlo. Con todo, en su mayoría, carecen de conocimientos y apoyo para hacer utilizable la tierra que los rodea.

Fotos: Hassan Ztouti (al centro, foto de arriba) muestra a sus colegas agricultores cómo los verdes campos pueden prosperar en las tierras salinas de Marruecos. Abajo, el Dr. Ambri, del INRA, ofrece información a la comunidad agrícola local. *(Cortesía: Wedekind/OIEA)*

El Sr. Wedekind, oficial superior de información pública, es Redactor-Jefe del Boletín del OIEA y del sitio web WorldAtom, donde se publicó el presente artículo por primera vez.

¿POR QUÉ UNA SOLUCIÓN NUCLEAR?

El proyecto del OIEA relacionado con los suelos salinos ilustra cómo el uso de los átomos en la agricultura puede ayudar a impedir la degradación de las tierras de labranza y señala el camino que se debe seguir para obtener cosechas más productivas. El proyecto combina varias técnicas y aplicaciones nucleares probadas, que proporcionarán información clave a edafólogos, agricultores, personal encargado de la ordenación de tierras y especialistas en riego.

■ ***Los humidímetros neutrónicos, o sondas, se utilizan para vigilar las condiciones del suelo y las prácticas de riego.*** Uno de los resultados de su empleo es el mejor aprovechamiento del riego: se aplican únicamente las cantidades necesarias de agua de regadío y se controla mejor la acumulación de sal.

■ ***Los elementos químicos denominados isótopos se utilizan en estudios sobre aguas, suelos y plantas.*** Los isótopos, tanto estables como radiactivos, ayudan a los científicos a analizar los recursos de aguas subterráneas, proporcionando información acerca de la calidad y cantidad de la reposición del acuífero subterráneo y, por consiguiente, de la sostenibilidad de su uso. Otros isótopos pueden utilizarse para el "marcado" de plantas, a fin de seguir la trayectoria de elementos como el carbono y el nitrógeno que circulan de la atmósfera a las plantas, de ahí a los suelos y vuelven a la atmósfera. *(Véase también el recuadro de la página 31.)* Su estudio puede suministrar información por ejemplo, sobre el efecto de las plantas en la estructura y la fertilidad de los suelos. Algunos isótopos, como los del cloro, pueden utilizarse para vigilar el movimiento del agua salina, ofreciendo útil información para orientar las prácticas agrícolas sostenibles en tierras salinas.

■ ***Los isótopos de hidrógeno y oxígeno son de especial interés para los estudios hídricos.*** El deuterio, o hidrógeno 2, y el oxígeno 18 son más pesados y mucho más raros que los más abundantes isótopos de hidrógeno 1 y oxígeno 16. El tritio, o hidrógeno 3, es aún más raro y radiactivo. El vapor de agua que se desprende de los océanos tiene una concentración menor de isótopos pesados que el agua de mar. Eso significa que cuando llueve, los isótopos pesados caen primero, y que la precipitación cambia desde el punto de vista de los isótopos a medida que las nubes se desplazan tierra adentro. En el proceso, el agua adquiere "huellas" individuales y características en diferentes entornos. En los estudios de acuíferos subterráneos, la desintegración del tritio permite realizar la datación del acuífero subterráneo por decenios; el carbono radiactivo presente en la roca caliza disuelta puede proporcionar la datación de muchos milenios. Cuando los hidrólogos analizan los datos procedentes de muestras de agua, adquieren conocimientos históricos acerca del ciclo de vida dinámico de la fuente de agua, incluida su edad, origen y procesos de transporte, que ayudan a tomar decisiones acerca de cómo se utilizará el agua en el futuro.

En conjunto, las técnicas nucleares e isotópicas se han convertido en la clave de los esfuerzos encaminados a combatir la degradación ambiental de las tierras cultivables. Los medios son seguros, precisos, asequibles y, a veces, el único instrumento que permite estudiar la compleja relación que se establece entre los suelos, el agua y las plantas.

El desarrollo agrícola es un componente decisivo del programa de cooperación técnica del OIEA, que hace renovado hincapié en demostrar soluciones innovadoras para la conservación y la producción agrícola de tierras marginales. Un objetivo primordial es fortalecer la capacidad nacional de los países para ejecutar políticas comunes y protocolos internacionales. Los proyectos procuran, en particular, fomentar y ampliar la cooperación técnica entre los países en desarrollo, a fin de aprovechar los conocimientos especializados y los recursos regionales para aplicar los instrumentos de la ciencia y la tecnología nucleares para solucionar problemas comunes.

Por conducto de los canales de la cooperación técnica y las investigaciones, el OIEA trata de aumentar su colaboración con organizaciones internacionales y regionales comprometidas con el desarrollo agrícola sostenible. La secretaría de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación desempeña un papel central, ya que ayuda a movilizar recursos para apoyar las actividades nacionales e internacionales contra la degradación de las tierras. Mediante asociaciones más sólidas y programas de cooperación bien definidos, los recursos científicos y tecnológicos del OIEA pueden contribuir de manera decisiva a vencer las dificultades futuras.

Foto: Expertos brindan servicios analíticos clave en los Laboratorios del OIEA en Seibersdorf y Viena (Austria).
(Cortesía: Calma/OIEA)

El Dr. Abdel Ilah Ambri, edafólogo y director del Departamento de Física Ambiental del Instituto Nacional de Investigación Agronómica (INRA) de Marruecos, que apoya la labor del Sr. Ztouti, dice que es una novedad para ellos, y que están interesados en aprender más al respecto. Ven campos más verdes en esos terrenos salobres y quieren conocer el método.

Entre los curiosos se encuentran viejas y nuevas generaciones de agricultores de Sed El Masjoune. Cerca de dos docenas de ellos se han reunido hoy para una sesión de información, protegidos del sol bajo una espaciosa carpa colocada a unos pasos del pozo cercano a las tierras del Sr. Ztouti. El colorido tapiz bate, los tableros de datos dan sacudidas y los papeles se esparcen debido a los fuertes vientos primaverales, mientras un grupo de hombres, acomodados en círculo, y sorbiendo té, se informan acerca de la nueva forma de labranza y del apoyo del gobierno. El Dr. Ambri, Lahcen Belbahri, ingeniero jefe y director de la Dirección Provincial de Agricultura en El Kalaa des Sraghna, así como otros representantes locales, explican los objetivos y cómo pueden participar los agricultores. Algunos toman nota, pero la mayoría depende de las fotos, los gráficos y de la memoria, contraste que ilustra los problemas prácticos de realizar la transferencia de tecnología en forma de "actividad escolar" en esta comunidad agrícola tradicional y poco instruida.

La posibilidad de contar con un nuevo pozo similar al que el gobierno abrió para el Sr. Ztouti despierta interés en Abderrahman Basri, de 30 años, y en Abdennebi Salah, de 60. Durante los últimos 10 años ha llovido demasiado poco, manifiesta el Sr. Salah, lo que ha reducido las cosechas de melón, alfalfa y granos de cereales que la mayoría de los agricultores tratan de cultivar. El acceso al agua, incluso agua salobre, tal vez no ayude a esos cultivos. Ahora bien, quizás los pozos puedan contribuir a que los agricultores dejen de esperar que llueva y comiencen a convertir los campos abandonados en pastos.

El Sr. Abdelsadek El Mahir, representante local de la unión agrícola provincial, manifiesta que el agua y la alimentación de los animales son las principales cosas en las que aquí piensan los agricultores. La mayoría de las reuniones y sesiones de emergencia de la unión se centran cada año en esas cuestiones y en las enfermedades de los animales y las plantas. Si pudieran acondicionarse más tierras para el pastoreo, se daría un gran paso en la dirección correcta.

Formación de asociaciones. A fin de ayudar a sus comunidades agrícolas, Marruecos se ha asociado con otros siete países de África

Fotos: Extremo superior izquierdo, dos generaciones de agricultores de Marruecos --el Sr. Abennebi Salah, de 60 años, y el Sr. Aberrahman Basri, de 30 años---, comparten el interés común de aprender del proyecto sobre suelos salinos del OIEA. Extremo superior y página siguiente: cerca de sus granjas, se perforan más pozos en los polvorientos campos, para proporcionar el agua que necesitan los agricultores. El Sr. Abdel Ilah El Hattami, ingeniero agrícola, señala los sitios potenciales.
(Cortesía: Wedekind/OIEA)

septentrional y Asia occidental para realizar actividades de investigación y demostración de la agricultura biosalina en tierras áridas como las de Sed El Masjoune. La asociación es la piedra angular de un proyecto modelo del OIEA iniciado en 1997 por un período de seis años por conducto del programa de cooperación técnica.

Uno de los objetivos básicos ha sido mostrar a los agricultores cómo utilizar correctamente los acuíferos subterráneos salinos y dulces para el riego de plantas resistentes a las condiciones salinas y que son útiles económicamente. Además de servir de alimento para ovejas, cabras, camellos y mulas, la mezcla de plantas resistentes a la salinidad se puede usar como fuente de combustible de biomasa, fertilizantes y materias primas industriales. Es también importante apuntar que los campos más verdes aportan a los entornos inclementes y calientes señales de vida alentadoras, lo que ayuda a conservar la humedad del suelo, retardar la erosión y frenar el avance de la desertificación.

Al proyecto de Marruecos, ahora en su segunda fase de tres años, se están sumando países donde los agricultores enfrentan problemas similares, para labrar las tierras en zonas áridas y semiáridas, a saber, Egipto, Jordania, Siria, Paquistán, Irán, Túnez y los Emiratos Árabes Unidos. Los directores de los proyectos en esos países han propuesto establecer o ampliar los sitios de demostración donde los agricultores locales cultivan las plantas en parcelas de diez hectáreas o más. En Irán, se están ampliando estos sitios a unas treinta hectáreas. Por ejemplo, Paquistán prevé hasta 5000 hectáreas, y Marruecos está cavando otro pozo de agua salobre en Sed El Masjoune para irrigar más parcelas de demostración que inicialmente abarcan unas doce hectáreas de las enormes llanuras de caminos de tierra.

Mientras muestra los sitios en un mapa topográfico, el Sr. Abdel Ilah El Hattami, ingeniero agrícola de la Dirección Provincial de Agricultura de El Kalaa des Sraghna, señala que allí se están supervisando hasta 25 pozos y que en la excavación de los pozos, realizada básicamente a mano, los trabajadores con palas, picos, baldes y taladros pueden tardar hasta cuarenta días en abrir el acuífero salino a una profundidad de más de cincuenta metros.

Esta tarea es un factor esencial en la ecuación biosalina de Marruecos. Una vez abierto, es posible estudiar el acuífero, elaborar mapas y supervisarlo. ¿Es suficientemente grande para irrigar un amplio sitio de demostración de plantas? ¿Cómo se produce la recarga? ¿Cuán salada es el agua subterránea? ¿Qué le sucede al suelo? Científicos e hidrólogos, con medios analíticos, incluidas las técnicas isotópicas y nucleares, responderán a estas y otras preguntas cuando estudien la dinámica de las aguas subterráneas y supervisen las condiciones de los suelos y las plantas.

El Dr. Ambri, del INRA, dice que no podían tomar una decisión sobre la ampliación del sitio sin los datos. Tan pronto como los agricultores siembren las nuevas plantas, necesitamos saber que habrá suficiente agua para que prosperen en esos suelos.

Redes de conocimientos. Mediante el proyecto de Marruecos y otros países, se han abierto canales prácticos de cooperación. Como estos países tienen los mismos problemas de desarrollo agrícola, aprovechan la experiencia y los conocimientos especializados de cada uno. Las redes de trabajo de hoy vinculan a grupos multidisciplinarios de agricultores, edafólogos, ingenieros agrícolas, hidrólogos y personal encargado de la ordenación de tierras, quienes hace cinco años tenían poco o ningún contacto. Por ejemplo, las plantas que crecen en los campos de Marruecos fueron importadas, en virtud del proyecto, de Paquistán, donde se cultivaron y crecieron las semillas. Sin costo alguno, Paquistán ahora prevé apoyar la ampliación de los sitios de demostración de Túnez en varias provincias, con el envío de una tonelada de una variedad de semillas de plantas, resistentes a la salinidad.

El Dr. Mujtaba Naqvi, consultor del OIEA encargado de coordinar el proyecto modelo y ex director del Instituto Nuclear de Agricultura y Biología del Paquistán, afirma que en este país, muchos agricultores cultivan plantas resistentes a la salinidad para forraje y para mejorar las tierras, y han observado que muchas otras especies de plantas tienen muy buen rendimiento. Ahora se está tratando de compartir y transferir más de esa clase de experiencias, a fin de ayudar a científicos y agricultores a promover mayores plantaciones en tierras salinas.

La sal es una antigua y formidable enemiga de los agricultores, y en la actualidad limita el desarrollo agrícola en más de 80 millones de hectáreas en todo el mundo. Aunque las

iniciativas mundiales están encaminadas a solucionar los problemas, es posible que la agricultura en terrenos salobres requiera, dice el Dr. Naqvi, una nueva forma de pensar que vincule la ciencia a la naturaleza.

El Dr. Naqvi manifiesta que en la agricultura se suele adaptar el suelo a la planta, pero se han percatado de que es perfectamente posible hacerlo a la inversa, incluso en condiciones adversas. Existen centenares de variedades de plantas resistentes a la salinidad, y las investigaciones de laboratorio y sobre el terreno están enriqueciendo los conocimientos acerca de dónde crecen mejor y por qué. Los resultados son vitales para las decisiones sobre políticas agrícolas, prácticas y ordenación de las tierras que se tomen en el corazón de los programas nacionales, regionales e internacionales de desarrollo.

La red de conocimientos del proyecto del OIEA no está circunscrita a los sitios de demostración sobre el terreno, es decir, también incluye talleres y cursos sobre temas especializados, capacitación práctica en laboratorio en materia de suelos, plantas y ciencias hídricas, así como reuniones de coordinación periódicas entre directores nacionales de proyectos y expertos internacionales.

El Sr. Ztouti y el Sr. El Hattami en Sed El Masjoune, se encuentran entre los beneficiarios de las oportunidades. Ambos visitaron los sitios de Paquistán, en noviembre de 2000, para aprender de la experiencia que los homólogos han adquirido en el desarrollo de los suelos salinos del país, y sobre las prácticas conexas de ordenación de plantas y riego. Otros científicos, incluidos el Sr. Athar Khan, de Paquistán y el Sr. M'hamed El Khadir, de Marruecos, han recibido becas científicas para trabajar con la Dra. Rebecca Hood y colegas del OIEA. Durante varios meses, planifican y realizan proyectos de investigación

en el Laboratorio FAO/OIEA de Agricultura y Biotecnología, dependencia de los laboratorios del Organismo en Seibersdorf, cerca de Viena (Austria), dirigido junto con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. *(Véase el recuadro de la página 31.)*

El trabajo de laboratorio y los estudios sobre el terreno son vías esenciales de aprendizaje, ya que aportan información sobre las variedades de plantas que tienen las mayores posibilidades de crecer en los suelos y las condiciones ambientales de los respectivos países.

LOS CAMPOS DE AIN EL ATTI

A casi un día de viaje por carretera a través de los nevados montes Atlas y a 400 kilómetros al nordeste de Sed El Masjoune, en Ain El Atti, las hileras de eucaliptos y acacias se balancean movidos por la brisa. En los campos de los áridos y rocosos alrededores del oasis de la provincia de Tafilalet, se encuentra lo que podría llamarse el "vivero biosalino" de Marruecos. Ain El Atti fue el primer sitio creado, en virtud del proyecto del OIEA en 1997, para probar en condiciones locales, las semillas resistentes a la salinidad, importadas de Paquistán y sembradas como plantones.

En los últimos cuatro años los eucaliptos han crecido hasta cuatro metros o más, y las acacias florecidas cubren lo que otrora fueran campos polvorientos azotados por el viento. Todas las semanas, el Sr. Mohamed Mansouri, encargado de cuidar el lugar, abre los canales de riego que traen aguas salobres desde un pozo artesiano hasta las plantas sembradas en suelos endurecidos por el sol. El contenido de sal de algunas tierras llega a ser la tercera parte del contenido de sal del agua de mar. Los canales se extienden a lo largo de cientos de metros y regulan la trayectoria y el caudal del agua desde el viejo pozo --cubierto por una gruesa costra y sin tapar--, perforado hace diez años. El Sr. Mansouri dice que todavía se le extraen siete litros de agua subterránea por segundo, día y noche.

La cantidad de agua que las plantas del vivero reciben es vital para su futuro, por eso es necesario realizar evaluaciones del suelo, la planta y el agua, e interpretar de manera precisa los resultados. La ciencia incluye pruebas para la vigilancia, en las que se utilizan sondas de neutrones y otros instrumentos para seguir la trayectoria de una cadena de variables agrícolas relacionadas entre sí, incluida la salinidad del

Foto: Donde termina el oasis del río en el lejano horizonte, las tierras baldías se han convertido en campos de ensayo agrícola cerca de la aldea de Ain El Atti. *(Cortesía: Wedekind/OIEA)*

ASOCIADOS EN EL LABORATORIO

Los científicos Athar Khan y M'hamed El Khadir comparten un objetivo común. Proceden de países --Paquistán y Marruecos-- donde las tierras salinas son barreras generalizadas interpuestas al desarrollo agrícola. Comparten el objetivo de ver los campos tornarse productivos mediante los aportes que pueden hacer en sus países.

Este año, durante varios meses, trabajaron como becarios científicos con la Dra. Rebecca Hood, del OIEA, edafóloga del Reino Unido, en el Laboratorio de Agricultura y Biotecnología, dependencia conjunta FAO/OIEA de los Laboratorios del Organismo en Seibersdorf, cerca de Viena (Austria). En virtud del proyecto del OIEA sobre suelos salinos, el Sr. Khan y el Sr. El Khadir realizaron experimentos independientes, cuyos resultados podrían ayudar a sus países a recobrar las tierras baldías.

El Sr. El Khadir, microbiólogo del Instituto Nacional de Investigación Agronómica (INRA), de Marruecos, estudió la descomposición de la materia orgánica en los suelos. Mediante un método denominado "marcado doble" con los isótopos estables nitrógeno 15 y carbono 13, observó la velocidad de descomposición de los diferentes tipos de materia orgánica en los suelos salinos.

El Sr. El Khadir utilizó plantones de árboles tropicales fijadores de nitrógeno que crecen en el invernadero de Seibersdorf. Luego los marcó con carbono 13 y colocó los plantones dentro de una pequeña cámara de gas rectangular sellada con plástico. Más difícil fue evaluar cómo la transformación de la materia orgánica marcada afectaba las condiciones del suelo. La labor requirió el análisis y la interpretación de muchos datos procedentes de muestras medidas con el espectrómetro de masa del laboratorio. Este instrumento analítico tan sensible, mide unas 10 000 muestras al año, en virtud de proyectos respaldados por la Dependencia de Edafología.

El Sr. El Khadir manifiesta que los experimentos le ayudarán en las investigaciones que realiza en el INRA. Necesitamos, afirma, comprender mejor la composición de nuestros propios suelos, y eso nos ayudará para indicar a los agricultores cómo y dónde pueden crecer mejor los diferentes tipos de plantas.

Las investigaciones del Sr. Khan también estuvieron orientadas a ayudar a su país a utilizar más productivamente las tierras salinas, que tienen una extensión de más de seis millones de hectáreas en toda la nación. La investigación en Seibersdorf del Sr. Khan, especialista en fisiología vegetal del Instituto Nuclear de Agricultura de Paquistán, se centró en estudiar el trigo, cultivo básico en Paquistán. Su objetivo era aprender más acerca de una técnica conocida como "discriminación del isótopo de carbono" y sus posibilidades como instrumento para

detectar las variedades de trigo resistentes a la salinidad. Sus investigaciones se basaron en los estudios realizados en Seibersdorf por una colega paquistaní, la Sra. Robina Shaheen, oficial adjunto del cuadro orgánico del OIEA, quien investigó variedades de trigo y arroz.

Los experimentos del Sr. Khan entrañaban determinar la relación entre la resistencia a la salinidad y las proporciones de carbono 12 y 13 en más de 50 variedades de trigo traídas por él de Pakistán y sembradas como plantones en suelos con diferentes niveles de salinidad. Las mediciones de carbono se hicieron con el espectrómetro de masa del Laboratorio. El Sr. Khan también desempeñó la función clave de concebir nuevos métodos de preparación que permitirían analizar los materiales, utilizando un instrumento comercial denominado analizador de la prueba del aliento. La Dependencia de Edafología está tratando de desarrollar el instrumento como sistema de medición de bajo costo para los estudios de los isótopos de carbono.

El Sr. Khan indicó que para detectar la resistencia de los cereales a la salinidad se requieren técnicas fiables, pues hacerlo sobre el terreno es difícil, ya que intervienen muchos factores complejos, cuyo estudio requiere mucho, mucho tiempo.

Si las investigaciones determinan que el carbono 13 es un criterio útil, se contaría con una técnica de detección rápida y barata para los laboratorios agrícolas del Paquistán y otros países, con problemas de salinidad.

El Sr. Khan manifiesta que la población del Paquistán crece rápidamente y necesitan aumentar la producción de alimentos. La salinidad afecta a casi el 50% de nuestras tierras de riego, de modo que tienen que sembrar variedades de plantas que crezcan en suelos salinos.

La Dra. Hood, del OIEA, dice que es común utilizar el carbono 13 como trazador y en los estudios del proceso de fotosíntesis en las plantas. Añade que se sabe que puede ser un instrumento útil para seleccionar variedades de plantas resistentes a la sequía. Si resulta una técnica fiable para detectar la resistencia a la salinidad, se habrá dado un gran paso adelante.

Foto: El Dr. Khan, de Paquistán, verifica los resultados de su investigación en los Laboratorios de Seibersdorf. Casi la mitad de las tierras de riego de su país está afectada por la salinidad.
(Cortesía: Calma/OIEA)

agua y la humedad del suelo, así como la salud y el crecimiento de cada planta.

El Dr. Ambri, del INRA, director del proyecto del OIEA, en Marruecos, explica que en esos experimentos han tratado de adoptar un enfoque holístico para comprender mejor las relaciones entre el suelo, la planta y el agua. Por ejemplo, cuando se usa agua salina para el riego, la cantidad es un factor fundamental. El Dr. Ambri señala que la idea básica es irrigar las plantas con una cantidad calculada, suficiente para arrastrar la sal hasta la capa debajo de la rizosfera activa de la planta. Añade que en el transcurso de un año normal, las plantas del vivero reciben cerca de 24 veces más agua salina mediante riego que agua de lluvia. Las precipitaciones promedian apenas entre 60 y 100 milímetros al año.

Para mantener equilibrado el triángulo suelo-planta-agua en Ain El Atti se precisan variados conocimientos especializados y estudios detallados que aporten a los agricultores los conocimientos que requieren para cultivar plantas seleccionadas. Un grupo de especialistas y científicos del INRA y del Organismo Regional para el Desarrollo Agrícola, conocido como ORMVAT, que apoya las múltiples actividades del proyecto, está integrado por el Sr. Kouider Barhmi, físico de suelos del INRA; el Sr. Mohamed Beqqali, especialista en fertilidad de los suelos y química física del INRA; el Sr. Mohamed El Allam, edafólogo del INRA; el Sr. Moutaouaki El Ghali, agrónomo del ORMVAT; y el Sr. Mohamed Ourahou, ingeniero agrícola del ORMVAT.

Ahora bien, no todos los experimentos han tenido los resultados deseados. Durante los últimos cuatro años se sometieron a prueba más de dos docenas de variedades de granos de cereales, incluidos la cebada y el trigo. La mayoría tuvo un buen rendimiento el primer año, pero a la larga sucumbió ante los elementos. El Dr. Ambri aduce que se descubrió que esos cereales sencillamente no resisten los niveles de salinidad que hay allí.

Con los árboles y los arbustos la situación es diferente, lo que puede ser una buena noticia para el desarrollo agrícola del país. Sus usos productivos potenciales son variados: por ejemplo, el eucalipto puede servir de leña para los hogares y pulpa para las fábricas de papel. Las flores de la acacia y del eucalipto atraen a las abejas, lo que permite producir miel. El arbusto denominado artiplex, que crece bien, incluso en suelos muy salinos, puede cultivarse para forraje.

Para el Sr. El Allam, del INRA, quien dirige los experimentos con árboles y arbustos, los resultados son alentadores e instructivos. Recibió las semillas de Paquistán, las cultivó en el vivero del INRA, en Rabat, y luego sembró los plantones en Ain El Atti. Ahora busca más semillas de plantas, incluso cuando el INRA realiza ensayos con variedades de semillas autóctonas en las investigaciones de los suelos salinos. Manifiesta que ha sido mucho más fácil trabajar con semillas de plantas que ya crecen bien en los suelos salinos. En Marruecos existen árboles de acacia y eucalipto, pero no son de las mismas especies que los de Paquistán, y no suelen prosperar tan bien.

Las medidas tomadas en Ain El Atti, se traducen en el inicio de actividades más productivas de investigación y desarrollo de las tierras salinas de Marruecos.

Lo que necesitamos, afirma el Dr. Ambri, es apoyo para ampliar el vivero, a fin de mostrar de forma más visible lo que se puede hacer para mejorar nuestras capacidades de producción de semillas de las plantas que cultivamos.

Añade que el proyecto del OIEA ha sido un "catalizador clave" para movilizar el apoyo nacional y aumentar la comprensión de la agricultura biosalina y su desarrollo. Con más apoyo nacional e internacional, a su juicio, podría hacerse mucho más para interesar a agricultores y comunidades agrícolas, así como a directores de industrias que requieren materias primas agrícolas. Ellos, argumenta el Dr. Ambri, tienen que darse cuenta de los beneficios económicos potenciales, y los sitios de demostración pueden ayudar a mostrarles las posibilidades.

LA SAL DE LA TIERRA

El problema de la sal en la agricultura no es nuevo, ni se limita a los países participantes en el proyecto del OIEA. Expertos de la FAO estiman que, en todo el mundo, la salinidad afecta la productividad de alrededor de 80 millones de hectáreas de tierras cultivables --casi la extensión territorial total de un país del tamaño de Paquistán-- predominantemente en los países en desarrollo de climas cálidos y secos.

El problema surge cuando la sal se queda en los suelos al retornar el agua a la atmósfera, debido al proceso de evaporación y de transpiración de las plantas. En las zonas con buen nivel de precipitaciones y sistemas de drenaje eficaces, la composición y concentración de las sales solubles cambian cuando el agua las arrastra hacia los mares.

Sin embargo, en las regiones con escasas precipitaciones y limitado drenaje las sales no pueden ser transportadas fácilmente. Se acumulan en las tierras bajas o en los acuíferos subterráneos debajo de ellas.

Los propios procesos geográficos y geológicos de la naturaleza son un importante factor que contribuye a la salinidad. Los expertos afirman que los más de 30 millones de hectáreas de tierras afectadas por la sal son producto de causas naturales, la aridez y las elevadas tasas de evaporación.

En muchos casos, los problemas son exacerbados por la pérdida o destrucción de la vegetación natural debido al pastoreo o a la búsqueda de biomasa para utilizarla como combustible para cocinar y para la calefacción.

Ahora bien, la mayoría de las tierras salinas se encuentran en zonas donde el riego es el soporte de la agricultura o en zonas aledañas a éstas, predominantemente en países en desarrollo. La falta de un buen drenaje contribuye, en gran medida, a la salinidad, y lo mismo sucede con la infiltración de los sistemas de riego y campos de drenaje que pueden conducir a una pérdida de casi la mitad del agua. El nivel del manto freático sube gradualmente, llevando las sales a las capas del suelo, donde los cultivos obtienen sus nutrientes. Como resultado de ello, las plantas se atrofian o mueren. A medida que las aguas superficiales se van evaporando, los campos se van convirtiendo en tierras baldías, cubiertas de costras de sal. Los agricultores las abandonan y las economías agrícolas sufren.

La salinidad se puede controlar y las tierras se pueden recobrar, aunque no de la noche a la mañana, ni de modo fácil o barato. Uno de los métodos posibles es construir buenos sistemas de riego, que mejoran poco a poco las condiciones de los suelos e impiden el anegamiento y la improductividad de los campos. Los sistemas tienen que aplicar un poco más de agua que la que necesita el cultivo, para fomentar la lixiviación, y luego drenar y recoger el agua subterránea, para reciclarla con fines agrícolas o industriales.

Lamentablemente, las malas prácticas de riego suelen promover la salinidad, en lugar de limitarla; y la mayoría de los países no disponen de medios financieros para establecer sistemas de drenaje tecnológicos que abarquen grandes extensiones de tierra. Por ejemplo, según estimaciones del Banco Mundial, en todo el mundo es necesario invertir alrededor de 600 000 millones de dólares en sistemas rurales y urbanos de distribución de agua.

La agricultura biosalina --que adapta las plantas resistentes a la salinidad a las condiciones del suelo y del agua-- podría ser una opción más económica, aunque no sea necesariamente más fácil. Depende de que se sigan buenas prácticas de riego, en especial en aquellos lugares donde la concentración de sal de las aguas subterráneas sea mayor que la normal. Además, se requieren años de investigaciones y pruebas para combinar las plantas adecuadas con las condiciones del suelo y el agua apropiadas, y luego mantener el equilibrio ecológico para la producción agrícola sostenible.

Sea cual sea el método seleccionado, los expertos coinciden en la necesidad de invertir más en campañas de colaboración para controlar la salinidad. Cada año las economías agrícolas nacionales pierden cientos de millones de dólares --nadie sabe exactamente cuántos-- debido a la salinidad de las tierras y a la desertificación.

Más seguro es que en los años venideros, el crecimiento de la población mundial, sobre todo en los países en desarrollo, aumentará las necesidades de tierras productivas, alimentos y agua, de la cual se utiliza en la agricultura un 70%. Las actuales tierras de riego para cultivo suministran

Fotos: Plantas jóvenes echan raíces bajo los suelos salinos endurecidos por el sol y recubiertos de sal de Sed El Masjoune. En el vivero de Ain El Atti, los canales de riego, cubiertos de una dura costra por la acción de los elementos, transportan agua salina hacia los cultivos experimentales. *(Cortesía: Wedekind/OIEA)*

ALGUNOS DESAFÍOS

El Programa 21, aprobado en la Cumbre de la Tierra, en 1992, definió los problemas del desarrollo agrícola sostenible. En un capítulo del plan de acción, titulado Fomento de la Agricultura y del Desarrollo Rural Sostenible, se destacan cuestiones fundamentales:

■ ***Para el año 2025, más del 80% de la población mundial prevista, vivirá en países en desarrollo.*** Ahora bien, la capacidad de recursos y tecnologías disponibles para satisfacer las demandas de alimentos y otros productos básicos agrícolas de esta población en constante crecimiento sigue siendo incierta. La agricultura tendrá que hacer frente a este reto, sobre todo mediante el aumento de la producción en las tierras que ya se están utilizando, y evitando asimismo el aprovechamiento aún más intenso de tierras que sólo son marginalmente aptas para el cultivo.

■ ***La degradación de las tierras es el problema ambiental más importante que afecta a grandes extensiones de tierra, tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo.*** El problema de la erosión de los suelos es particularmente agudo en los países en desarrollo, en tanto que los problemas de salinización, anegamiento, contaminación del suelo y pérdida de fertilidad del suelo aumentan en todos los países. La degradación de las tierras es grave, porque la productividad de vastas zonas está disminuyendo precisamente en un momento en que aumenta rápidamente la población y se acrecienta la demanda de tierras para producir más alimentos, fibras y combustible. Los esfuerzos desplegados para luchar contra la degradación de las tierras, particularmente en los países en desarrollo, sólo han tenido hasta ahora un éxito limitado.

■ ***Los mecanismos nacionales e internacionales existentes adolecen de importantes disparidades y deficiencias en lo que respecta a su capacidad para evaluar, estudiar, vigilar y utilizar los recursos fitogenéticos para aumentar la producción de alimentos.*** La capacidad, las estructuras y los programas existentes son en general inadecuados y su financiación dista de ser suficiente. Hay un desgaste genético de ciertas especies de cultivos de incalculable valor. La diversidad actual de las especies de cultivos no se utiliza hasta donde es posible hacerlo para aumentar la producción de alimentos en forma sostenible.

■ ***Ya se dispone de técnicas para incrementar la producción y conservar los recursos hídricos y de tierras, pero ellas no se aplican en forma amplia ni sistemática.***

Para más información, véanse las páginas web de las Naciones Unidas en http://www.un.org El examen del Programa 21 será realizado por los gobiernos en septiembre de 2002, en la Cumbre de la Tierra + 10, que se celebrará en Sudáfrica

Foto: Pozos salobres como éstos, en Marruecos, pueden producir campos más verdes en entornos inclementes.
(Cortesía: Wedekind/OIEA)

alrededor de la mitad de los alimentos y fibras del mundo, y mucho más en los países donde los agricultores dependen de las aguas subterráneas para sus cosechas.

La campaña a favor del desarrollo sostenible marca una senda difícil para la cooperación internacional. El plan mundial de acción --el Programa 21, que los gobiernos aprobaron en 1992, en la Cumbre de la Tierra, y que se someterá al examen decenal en junio de 2002-- fijó ambiciosos objetivos. En el Programa se aboga por un conjunto de actividades integradas que se realizarán durante varios años por un valor superior a los 31 000 millones de dólares para promover el desarrollo agrícola y rural sostenible, incluidas acciones concertadas contra la salinidad, la degradación de las tierras, y la desertificación. Se hizo gran hincapié en eliminar la brecha de "conocimientos básicos insuficientes" y en ampliar las aplicaciones de la ciencia y la biotecnología.

Tratar de ampliar el alcance de este proyecto del OIEA es contribuir al progreso. Agricultores y científicos cooperan con miras a ampliar, con comprobaciones factuales, la base de conocimientos que permita elaborar programas de desarrollo de mayor alcance. Si se logra que más comunidades agrícolas participen en la lucha por hacer utilizables las tierras baldías, su labor podría estimular alianzas de base más amplia que fomenten una agricultura avanzada en países necesitados.

Si más manos se juntan para lograr una transferencia productiva de conocimientos y tecnologías, la vida en las granjas puede cambiar. Hasta entonces, los agricultores que laboran en terrenos salobres como los de Sed El Masjoune no tienen otra opción que abrirse paso dela mejor forma que puedan. ❐