



IAEA BULLETIN

Organismo Internacional de Energía Atómica

55 – 2 / Junio 2014 • www.iaea.org/bulletin



Los laboratorios de ciencias y aplicaciones nucleares del OIEA en Seibersdorf, a la altura de los desafíos del siglo XXI





Los laboratorios de ciencias y aplicaciones nucleares del OIEA en Seibersdorf, a la altura de los desafíos del siglo XXI



EL BOLETÍN DEL OIEA

es elaborado por la

Oficina de Información al Público y Comunicación

Organismo Internacional de Energía Atómica

PO Box 100, 1400 Viena, Austria

Teléfono: (43-1) 2600-21270

Fax: (43-1) 2600-29610

iaeabulletin@iaea.org

Editor: Aabha Dixit

Diseño y producción: Ritu Kenn

EL BOLETÍN DEL OIEA está disponible

> en línea, en el sitio www.iaea.org/bulletin

> como aplicación móvil www.iaea.org/bulletinapp

Podrá reproducirse libremente parte del material del OIEA contenido en el Boletín del OIEA siempre que se reconozca su fuente. Si en la atribución de un artículo se indica que el autor no es funcionario del OIEA, deberá solicitarse permiso para volver a publicar el material al autor o a la organización de origen, salvo cuando se trate de una reseña.

Las opiniones expresadas en cualesquiera de los artículos firmados que figuran en el Boletín del OIEA no representan necesariamente las del Organismo Internacional de Energía Atómica y el OIEA declina toda responsabilidad por ellas.

Fotografía de portada:

OIEA

[Léalo en su iPad](#)



ÍNDICE

Boletín 55-2 / Junio de 2014

Qué aportan los laboratorios del OIEA al mundo por Yukiya Amano	2
Los laboratorios del OIEA en Seibersdorf: ayer y hoy Departamento de Ciencias y Aplicaciones Nucleares del OIEA	4
El proyecto ReNuAL: Renovación de los laboratorios de aplicaciones nucleares por Ruzanna Harman	6
Contribuir a la seguridad alimentaria en el contexto del cambio climático Departamento de Ciencias y Aplicaciones Nucleares del OIEA	7
50 años de éxito de una colaboración: la división mixta FAO/OIEA por Aabha Dixit	9
Luchar contra la epidemia mundial de cáncer realizando mediciones precisas Departamento de Ciencias y Aplicaciones Nucleares del OIEA	10
Refuerzo y aprovechamiento de las capacidades de los laboratorios de los Estados Miembros Departamento de Ciencias y Aplicaciones Nucleares del OIEA	12
Cómo ayudan los laboratorios de aplicaciones nucleares a fortalecer la respuesta a emergencias Departamento de Ciencias y Aplicaciones Nucleares del OIEA	14
Las aplicaciones de los aceleradores sustentan la ciencia y la tecnología nucleares por Ralf Bernd Kaiser	15
La obtención del “Eldo Ngano 1”, la primera variedad en el mundo de trigo mutante resistente a la Ug99 por Brian P. Forster	18
La opinión de los científicos visitantes sobre los laboratorios de Seibersdorf por Norbertin M. Ralambomanana, Motlatsi James Ntho, Tahani Bashir Abd Elkareim y Fatimata Ndiaye	20
Un avance decisivo: la FAO y el OIEA descifran el código del genoma de la mosca tsetse por Aabha Dixit	23

QUÉ APORTAN LOS LABORATORIOS DEL OIEA AL MUNDO

Concedo gran importancia a la labor que lleva a cabo el OIEA para poner la tecnología nuclear con fines pacíficos al alcance de los países en desarrollo. Por medio de nuestro programa de cooperación técnica, ayudamos a los países a mejorar la salud, el bienestar y la prosperidad de sus pueblos y a reaccionar ante acontecimientos como el cambio climático que nos afectan a todos.



El OIEA es la única entidad de la familia de las Naciones Unidas que posee laboratorios especializados que se consagran a apoyar sus actividades en el campo de las aplicaciones pacíficas de la tecnología nuclear.

El OIEA es la única entidad de la familia de las Naciones Unidas que posee laboratorios especializados que se consagran a apoyar sus actividades en el campo de las aplicaciones pacíficas de la tecnología nuclear. Estos laboratorios, que administran el Departamento de Salvaguardias y el Departamento de Ciencias y Aplicaciones Nucleares, elaboran tecnologías innovadoras e imparten capacitación a científicos de nuestros 162 Estados Miembros.

Los laboratorios de salvaguardias son esenciales para la labor del OIEA de ayudar a evitar la propagación de las armas nucleares. Los laboratorios de aplicaciones nucleares, situados en Viena, en Seibersdorf (cerca de Viena) y en Mónaco, ayudan a los Estados Miembros a hacer frente a cuestiones fundamentales en materia de desarrollo, como la seguridad alimentaria, la gestión de los

recursos hídricos, la salud humana y la vigilancia y la gestión de la radiactividad y la contaminación ambientales.

Cinco de los ocho laboratorios de aplicaciones nucleares de Seibersdorf se dedican a la agricultura y la biotecnología y se gestionan conjuntamente con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Esos laboratorios están especializados en la lucha contra las plagas de insectos, la gestión de los suelos y el agua y la nutrición de cultivos, la producción pecuaria y la salud animal, el fitomejoramiento y la fitogenética y la inocuidad de los alimentos. Esta excepcional colaboración ayuda a los Estados Miembros a utilizar las tecnologías nucleares para aumentar la producción de alimentos y la seguridad alimentaria y a mejorar los ingresos de los agricultores. Nuestra asociación con la FAO, que ya ha entrado en su quincuagésimo año, es un modelo de práctica idónea y del enfoque de “una sola ONU”.

Además, el Laboratorio de Dosimetría trabaja en estrecha unión con la Organización Mundial de la Salud para ayudar a los Estados Miembros a utilizar la irradiación en condiciones de seguridad y eficacia en el campo de la medicina y el Laboratorio de Ciencias Nucleares e Instrumentación ayuda a los países a servirse de instrumentos y herramientas de diagnóstico muy especializados en distintas aplicaciones de la ciencia y la tecnología nucleares.

Por último, el Laboratorio del Medio Ambiente Terrestre ayuda a los países a vigilar la radiación presente en el medio ambiente, concebir medidas de respuesta ante emergencias y mejorar las capacidades analíticas y de medición de los científicos que trabajan en laboratorios nacionales.

He visto personalmente, en mis visitas a docenas de Estados Miembros del OIEA, la diferencia decisiva que los trabajos de nuestros laboratorios han supuesto para las vidas de innumerables personas en todo el mundo. Por ejemplo, la técnica de los insectos estériles respetuosa del medio ambiente fue introducida en África con apoyo del OIEA y de la FAO para combatir la mosca tsetse, que transmite una enfermedad parasitaria que mata al ganado y propaga la enfermedad del sueño entre los seres humanos. Se ha conseguido erradicar las moscas tsetse de la isla de Zanzíbar utilizando la técnica de los insectos estériles y se está acabando con ellas actualmente en diversas partes de Etiopía meridional. Recientemente, nuestros científicos han participado en el desciframiento del código genético de la mosca tsetse, un avance alentador que contribuirá a nuestras actividades futuras de control de una de las más temibles enfermedades del ganado en el África subsahariana.



El Director General del OIEA, Yukiya Amano, con un grupo de becarios a los que se imparte capacitación en los Laboratorios del OIEA en Seibersdorf.

(Fotografía: Kirstie Hansen, IAEA)



Los laboratorios de aplicaciones nucleares de Seibersdorf son un importante activo del OIEA y sus Estados Miembros.

(Fotografía: Dean Calma, IAEA)

Los expertos en fitomejoramiento y fitogenética del OIEA han utilizado técnicas de mutación radioinducida para obtener nuevas variedades de cultivos que puedan prosperar en condiciones desfavorables, como sequías y grandes altitudes. Se han distribuido a agricultores de Kenia nuevas variedades de trigo resistentes a la enfermedad denominada roya del tallo del trigo.

Cuando los laboratorios de aplicaciones nucleares de Seibersdorf celebraron su 50° aniversario en 2012, decidí que había llegado el momento de modernizarlos y ampliarlos. Ese mismo año, la Conferencia General del OIEA respaldó la iniciativa y pusimos en marcha un proyecto denominado ReNuAL (Renovación de los laboratorios de aplicaciones nucleares), que tiene por finalidad establecer en Seibersdorf instalaciones y equipos plenamente adecuados para los fines

previstos. Se está avanzando a buen ritmo y espero invitar a los Estados Miembros a la ceremonia de colocación de la primera piedra antes de que concluya 2014.

Los laboratorios de aplicaciones nucleares de Seibersdorf son un importante activo del OIEA y de nuestros Estados Miembros. En este número del Boletín del OIEA se ofrece un panorama de los trabajos de los laboratorios encaminados a hallar soluciones científicas y tecnológicas que beneficien a la humanidad. Esperamos que gracias a él los lectores tengan una comprensión mayor del amplio abanico de actividades que realizan esos laboratorios.

Yukiya Amano, Director General del OIEA

LOS LABORATORIOS DEL OIEA



1 El 28 de septiembre de 1959, el primer Director General del OIEA, William Sterling Cole, inauguró el proyecto de construcción del primer laboratorio del OIEA en Seibersdorf echando la primera carga de hormigón de los cimientos del laboratorio. El laboratorio empezó a funcionar oficialmente en enero de 1962.



2 En 2012, el OIEA conmemoró los 50 años de apoyo especializado a los Estados Miembros por conducto de los laboratorios del Departamento de Ciencias y Aplicaciones Nucleares de Seibersdorf. El Director General del OIEA, Yukiya Amano, inició la celebración con una ceremonia de corte de cinta de una exposición de los laboratorios organizada para la ocasión.



3 Cuando el laboratorio del OIEA en Seibersdorf empezó a funcionar en 1962, tenía menos de 40 empleados. Un año después, en noviembre de 1963, se dio la bienvenida a 10 participantes internacionales a su primer curso de capacitación, que tuvo por tema el bioensayo de radionucleidos.



4 Hoy día, los laboratorios de aplicaciones nucleares acogen a casi 100 científicos, técnicos, becarios, visitantes científicos, pasantes y estudiantes de todo el mundo. Además, todos los años se celebran en Seibersdorf cursos de capacitación en todos los aspectos de la labor de los laboratorios; en los celebrados en 2013 participaron 440 alumnos.

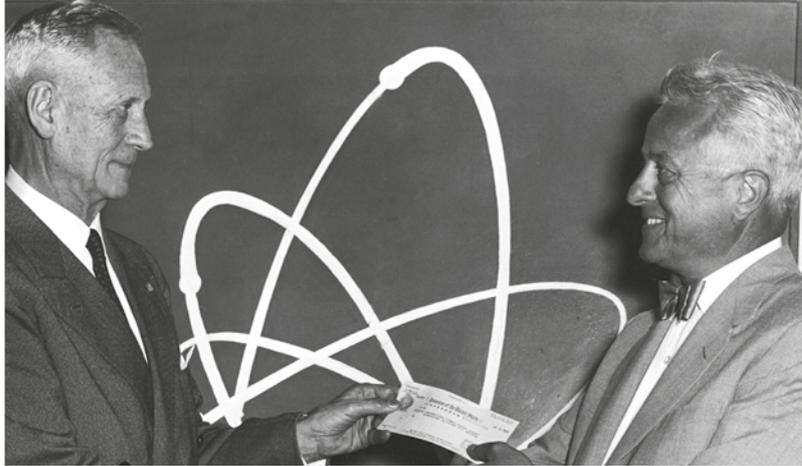
EN SEIBERSDORF: AYER Y HOY



5 En la primera fase de construcción, la superficie del edificio del laboratorio del OIEA en Seibersdorf fue de solo 1 736 m². Ese espacio no contenía más que un laboratorio, que distribuía información sobre fuentes de referencia de isótopos radiactivos a laboratorios de Estados Miembros del OIEA y sus instalaciones médicas. La información servía para calibrar instrumentos de medición de la radiación que utilizaban radioisótopos en la aplicación de la ciencia y la tecnología nucleares con fines pacíficos.



6 Los laboratorios del OIEA en Seibersdorf han sido ampliados desde entonces a unos 21 000 m² y actualmente albergan los Laboratorio Analíticos de Salvaguardias y ocho laboratorios de aplicaciones nucleares. Los laboratorios de aplicaciones nucleares atienden las necesidades de los Estados Miembros en esferas como la alimentación y la agricultura, la salud humana, la vigilancia ambiental y el empleo de instrumentos analíticos nucleares.



El ex Director General del OIEA Sterling Cole (a la derecha) y Paul F. Foster, ex Representante Permanente de los Estados Unidos de América ante el OIEA (a la izquierda), que entrega un cheque con un donativo para los laboratorios del OIEA

7 El apoyo del OIEA a los Estados Miembros ha sido un factor esencial del éxito de laboratorios de Seibersdorf. Los laboratorios fueron edificados en terrenos facilitados por la Compañía Austriaca de Investigaciones sobre la Energía Atómica, la antecesora del actual Instituto Austriaco de Tecnología, y la construcción pudo llevarse a cabo gracias a un donativo de 600 000 dólares que hicieron los Estados Unidos.



8 En 2013, el Director General del OIEA, Yukiya Amano, instó una vez más a los Estados Miembros a que apoyaran los Laboratorios de aplicaciones nucleares y ayudaran a la modernización de los laboratorios en el marco del proyecto ReNuAL que aprobó la Conferencia General del OIEA en septiembre de 2012.

EL PROYECTO ReNuAL: RENOVACIÓN DE LOS LABORATORIOS DE APLICACIONES NUCLEARES



Vista desde la entrada noroeste. Imagen inicial del nuevo espacio previsto para los laboratorios de aplicaciones nucleares. (Imagen: URS Corporation/Proyecto ReNuAL del OIEA)

El Departamento de Ciencias y Aplicaciones Nucleares del OIEA administra ocho laboratorios en Seibersdorf, cerca de Viena. Cada uno de esos laboratorios desempeña funciones únicas, consistentes en dar apoyo a investigaciones y actividades de capacitación para mejorar la producción pecuaria y la salud animal, asegurar la utilización eficaz y segura de equipo de radioterapia, reforzar la inocuidad de los alimentos y obtener cultivos alimentarios más resistentes y de mayor rendimiento. También contribuyen a proteger el medio ambiente mundial, aumentando las capacidades de los países para utilizar instrumentos y técnicas analíticas nucleares, eliminando plagas de insectos y gestionando de manera sostenible los suelos y el agua. Todas estas contribuciones son esenciales para la misión del OIEA de apoyar la utilización de las tecnologías nucleares con fines pacíficos para ayudar a afrontar los desafíos del desarrollo en el mundo.

Aunque la importancia de su labor ha aumentado con el paso de los años, ni la estructura ni las instalaciones de los laboratorios de aplicaciones nucleares han evolucionado en igual medida. Desde su fundación en 1962, no ha habido una renovación global, ni una modernización de importancia del equipo. Como consecuencia de ello, los edificios de los laboratorios se encuentran en promedio en condiciones inferiores a la media; hay una enorme escasez de espacio y es necesario sustituir o modernizar gran parte del equipo. Los laboratorios ya no son plenamente adecuados a su finalidad y tienen dificultades para atender las solicitudes de los Estados Miembros.

Teniendo presente todo lo anterior, el Director General del OIEA, Yukiya Amano, en su discurso ante la Conferencia

General celebrada en septiembre de 2013, anunció la puesta en marcha oficial de un proyecto de renovación de los laboratorios de aplicaciones nucleares, denominado ReNuAL. Con el proyecto se pretende dotar al OIEA de laboratorios adecuados para los fines previstos que estén bien equipados para compartir los beneficios de las ciencias y las aplicaciones nucleares con los Estados Miembros en respuesta a los retos socioeconómicos primordiales y para contribuir a que el mundo sea pacífico, saludable y próspero

El proyecto ReNuAL se inició oficialmente el 1 de enero de 2014, con un objetivo presupuestario de 31 millones de euros, financiado con cargo al presupuesto ordinario del OIEA y con fondos extrapresupuestarios de los Estados Miembros. Se llevó a cabo un amplio proceso de evaluación de necesidades para determinar las necesidades de edificios y espacio más apremiantes de los laboratorios y la modernización requerida urgentemente de los laboratorios de aplicaciones nucleares. El plan del proyecto comprende la construcción de nuevos edificios, la renovación de los edificios existentes, la adquisición de nuevo equipo para sustituir los aparatos envejecidos u obsoletos y la puesta al día de las infraestructuras. Estas mejoras de la eficacia y la eficiencia de los servicios y las operaciones de laboratorio permitirán a los laboratorios hacer frente a las nuevas cuestiones y los cambios que experimente la tecnología.

Se ha fijado la fecha de conclusión del proyecto ReNuAL en diciembre de 2017

Ruzanna Harman Departamento de Ciencias y Aplicaciones Nucleares del OIEA

CONTRIBUIR A LA SEGURIDAD ALIMENTARIA EN EL CONTEXTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Desde que se crearon los laboratorios del Departamento de Ciencias y Aplicaciones Nucleares del OIEA en Seibersdorf en 1962, la población mundial ha aumentado de 3 140 a 7 150 millones, lo cual, aunado a la industrialización y el desarrollo económico que no han cesado de crecer, ha multiplicado la demanda mundial de alimentos. Esta situación ha ejercido una considerable presión en los recursos naturales y la cadena de producción agrícola. Han amplificado los retos a la inocuidad de los alimentos y a la seguridad alimentaria los efectos del cambio climático, que tienen ramificaciones mundiales, como se señaló en el informe de marzo de 2014 del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas.

Los efectos del cambio climático son temperaturas más elevadas, sequías, sucesos meteorológicos extremos más frecuentes y un aumento de la salinidad del suelo, que pueden tener graves consecuencias en la producción agrícola. Ayudar a los Estados Miembros a adaptarse a esas consecuencias y a mitigarlas es una misión primordial de los cinco laboratorios de la División Mixta FAO/OIEA de Técnicas Nucleares en la Alimentación y la Agricultura situados en Seibersdorf. Esos laboratorios se dedican a aumentar la seguridad alimentaria y la inocuidad de los alimentos utilizando la ciencias y la tecnología nucleares.

Aproximadamente el 70 % del agua que se consume en el mundo se destina a la agricultura. Como el cambio climático puede causar sequías o variaciones de la calidad del agua como consecuencia de sucesos meteorológicos extremos, es fundamental que se utilicen eficientemente esos recursos. El Laboratorio de Gestión de Suelos y Aguas y Nutrición de los Cultivos (SWMCNL) presta asistencia a los Estados Miembros en el empleo de las técnicas nucleares para optimizar la conservación del agua en las explotaciones agrícolas y mejorar los métodos de riego con el fin de producir más cultivos y de incrementar la eficiencia del consumo de agua. Además, el SWMCNL mejora las capacidades de los Estados Miembros para vigilar y evaluar las repercusiones del cambio climático y las variaciones de la erosión del suelo, la degradación de las tierras, la salinización y el agotamiento de nutrientes. Para ello, desarrolla prácticas climáticamente inteligentes que mejoran la resiliencia del suelo ante los efectos del clima, al tiempo que aumentan su productividad, promueven el almacenamiento de carbono en los suelos y reducen las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) procedentes de las tierras cultivadas.

Complementan esta labor las actividades del Laboratorio de Fitomejoramiento y Fitogenética (PBGL), que utiliza tecnologías nucleares para inducir y detectar mutaciones útiles en las plantas cultivadas. Es posible transformar esas mutaciones en nuevas variedades de plantas que pueden desarrollarse en condiciones más duras, como sequías,

temperaturas más elevadas y una mayor salinidad de los suelos. Esas condiciones negativas están cada vez más extendidas como consecuencia del cambio climático. En varios Estados Miembros, nuevas variedades de plantas están ayudando a los agricultores a aumentar la producción de cultivos, lo cual contribuye a su vez a mejora los ingresos y la seguridad alimentaria a pesar de las dificultades cada día mayores que hace reinar el cambio climático.

Aproximadamente el 22 % de las emisiones de GEI son consecuencia de la producción agrícola y casi el 80 % de ellas son causadas por la producción pecuaria. Ante el aumento constante de la demanda de productos de origen animal, la ganadería puede servir de instrumento para reducir la pobreza y aumentar la seguridad alimentaria, ya que es el medio de sustento de cerca de mil millones de personas. Ahora bien, si no se adoptan medidas de mitigación, el aumento de la producción pecuaria incrementará las emisiones de GEI. El Laboratorio de Producción Pecuaria y Salud Animal (APHL) efectúa actividades de investigación y desarrollo en las que se utilizan técnicas nucleares y relativas a la esfera nuclear para mejorar el potencial genético de las razas locales a fin de maximizar la productividad pecuaria y la salud animal. También cabe aplicar esas técnicas para criar ganado que produzca menos GEI y que sea más tolerante a las temperaturas más elevadas y la sequía a que puede dar lugar el cambio climático.

Las mayores temperaturas también aumentan la aparición y la distribución geográfica de enfermedades transfronterizas de los animales que pueden afectar al ganado y a los seres humanos. Por medio de su labor de elaboración de instrumentos de diagnóstico para una respuesta rápida y de vacunas para animales con el fin de combatir los brotes de enfermedades, el APHL está aumentando las capacidades de los Estados Miembros para responder a nuevas amenazas de enfermedades que pueden aparecer como consecuencia del cambio climático. De la misma manera que las temperaturas más elevadas aumentan la distribución geográfica de las enfermedades de los animales, están incrementando también la supervivencia de muchas plagas de insectos en climas que antes les resultaban inhóspitos. Esas plagas pueden destruir los cultivos y ser portadoras de enfermedades que pongan en peligro el ganado y a las personas.

Para ayudar a combatir esos insectos, el Laboratorio de Lucha contra Plagas de Insectos (IPCL) presta asistencia los Estados Miembros para que adquieran y transfieran la técnica de los insectos estériles (TIE). Esa técnica consiste en criar en masa y esterilizar insectos macho que se sueltan en grandes cantidades entre la poblaciones silvestres para que se apareen con las hembras silvestres y no produzcan crías. De ese modo se reduce la población global de la

Capacitación de científicos de los Estados Miembros en el Laboratorio de Protección de los Alimentos y del Medio Ambiente en la utilización de técnicas de radiotrazadores para gestionar los riesgos asociados a los residuos de plaguicidas presentes en los alimentos. (Fotografía: Dean Calma/OIEA)



Becarios del OIEA reciben capacitación sobre el terreno impartida por un científico del OIEA especialista en suelos en el Laboratorio de Gestión de Suelos y Aguas y Nutrición de los Cultivos (SWMCNL) de Seibersdorf. (Fotografía: Dean Calma/OIEA)



plaga de insectos que se pretende eliminar. La TIE puede ser muy eficaz si se combina con otras medidas de control de plagas, como el control biológico, el rociado de insecticidas y otros métodos de erradicación. La TIE es cada vez más importante para el control de las poblaciones de mosquitos. Muchas zonas afectadas por enfermedades transmitidas por mosquitos se encuentran en zonas urbanas pobladas y los mosquitos están llegando a nuevas zonas y sobreviviendo en ellas. Hacer frente a este desafío concreto con la TIE es una de las prioridades actuales del IPCL.

El cambio climático y la variabilidad del clima también influyen en cómo se gestionan la seguridad alimentaria y la inocuidad y calidad de los alimentos. Ante el aumento de la distribución geográfica de las plagas de insectos y las enfermedades de los animales, se emplean más plaguicidas para controlar

las poblaciones de insectos y se mantiene saludable el ganado suministrándole antimicrobianos y sustancias farmacológicas conexas. Las variaciones de la temperatura y la humedad también aumentan la aparición de hongos que producen toxinas, lo que a su vez puede hacer que haya una mayor presencia de toxinas en los alimentos. Si no se aplican medidas apropiadas de vigilancia y medición, los residuos de todas esas sustancias potencialmente nocivas pueden penetrar en la cadena alimentaria y amenazar la salud humana. El Laboratorio de Protección de los Alimentos y del Medio Ambiente (FEPL) ayuda a los Estados Miembros a utilizar técnicas nucleares e isotópicas para vigilar y medir la presencia de cualquier posible contaminante y determinar su origen. Con ello se protege a los consumidores y se ayuda a los productores a aumentar sus exportaciones al asegurar la observancia de los reglamentos de los países importadores sobre inocuidad de los alimentos.

Todos los laboratorios están atendiendo adecuadamente las necesidades de los Estados Miembros de una mayor seguridad alimentaria e inocuidad de los alimentos formulando respuestas eficaces a los efectos y desafíos de gran importancia del cambio climático. Al hacerlo, los laboratorios demuestran constantemente las posibilidades y la capacidad que ofrecen la ciencia y la tecnología nucleares para impulsar el desarrollo socioeconómico de los Estados Miembros

Departamento de Ciencias y Aplicaciones Nucleares del OIEA

50 AÑOS DE ÉXITO DE UNA COLABORACIÓN: LA DIVISIÓN MIXTA FAO/OIEA

En octubre de 2014 se cumplirán los 50 años de larga colaboración entre la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y su socio en el sistema de las Naciones Unidas, el OIEA. La División Mixta FAO/OIEA de Técnicas Nucleares en la Alimentación y la Agricultura se creó en 1964 con el objetivo de utilizar los talentos y recursos de ambas organizaciones para ampliar la cooperación entre sus países miembros en la aplicación de la tecnología nuclear y las biotecnologías conexas para elaborar estrategias mejoradas que propiciasen al desarrollo agrícola y la seguridad alimentaria.

Desde los laboratorios de investigación a los sistemas agrarios mundiales, las técnicas nucleares desempeñan un papel vital y bien diferenciado en las investigaciones y el progreso en el ámbito de la agricultura. Se emplean en un amplio abanico de aplicaciones, desde la preservación de alimentos a la producción de cultivos y desde la ordenación de los suelos a la lucha contra las enfermedades de los animales.

La labor en colaboración de la División Mixta ha ayudado a lo largo de los años a los países a resolver problemas prácticos, así como costosos, en muy diversas esferas. En esos trabajos se aborda la aplicación de los isótopos y la tecnología de la radiación en ámbitos como la fertilidad del suelo, el regadío y la producción de cultivos; el fitomejoramiento y la fitogenética; la producción pecuaria y la salud animal; el control de las plagas de insectos y de otras plagas; el control de contaminantes de los alimentos y otras cuestiones que atañen a la inocuidad de los alimentos; y la conservación de alimentos. Todas estas actividades se conciben, planean y ejecutan una vez que han sido examinadas y refrendadas por los órganos rectores del OIEA y la FAO.

Desde los comienzos, los Laboratorios de Agricultura y Biotecnología FAO/OIEA, situados en Seibersdorf, cerca de Viena, han sido esenciales en la labor llevada a cabo y los efectos logrados por la División Mixta. Algunas de sus actividades que han dado mejores resultados se han basado en la labor innovadora y diferenciada efectuada en ellos. Su papel ha consistido en apoyar actividades de investigación y concebir, ensayar y transferir a los Estados Miembros técnicas y aplicaciones; seguir nuevas líneas de metodología; apoyar la creación de capacidad en los Estados Miembros; prestar servicios analíticos; y prestar el apoyo esencial que requieren las actividades coordinadas de investigación y otros programas sobre el terreno. Se especializan en la investigación, el desarrollo y la transferencia de materiales nucleares y conexas en ciencias del suelo, fitomejoramiento, producción pecuaria y salud animal, control de las plagas de insectos e inocuidad de los alimentos.

Entre la amplia variedad de las tareas que llevan a cabo, los laboratorios también imparten capacitación a científicos mediante becas individuales y cursos interregionales y en grupo de capacitación en diversas disciplinas. Los científicos reciben capacitación y realizan actividades de investigación y

desarrollo para concebir, adaptar y transferir tecnologías acordes con las necesidades locales y con entornos específicos. Además, los laboratorios prestan servicios de análisis de muestras a los Estados Miembros que carecen de capacidades para efectuarlos por sí mismos, y en esa tarea analizan cada año centenares de muestras.

Diversos mecanismos como los proyectos coordinados de investigación (PCI) facilitan aún más la labor de la División Mixta de apoyo a los países en desarrollo a resolver problemas prácticos importantes económicamente, prestando servicios técnicos y de asesoramiento, suministrando equipo y asesoramiento especializado y dispensando capacitación. Los PCI son un importante mecanismo de ejecución porque posibilitan que instituciones nacionales de investigación agrícola alcancen objetivos concretos de desarrollo congruentes con el programa de trabajo de la FAO y del OIEA.

Esta asociación de cooperación ha cosechado numerosos éxitos y ha resuelto diversos problemas; sin sus logros, el mundo hubiese padecido consecuencias desastrosas. Esos éxitos han sido:

- La erradicación en todo el planeta de la peste bovina.
- La utilización de la inducción de mutaciones para obtener variedades de cultivos resistentes a la roya del trigo, enfermedad denominada Ug99.
- La erradicación de la mosca tsetse en la isla de Zanzíbar (Tanzania).
- La creación de la red regional de laboratorios analíticos especializados en la inocuidad de los alimentos.
- El ahorro de agua en la agricultura de siete países africanos.

Durante casi cinco decenios, las actividades respaldadas por la División Mixta FAO/OIEA en todo el mundo han hecho contribuciones muy destacadas a los Estados Miembros ayudándolos a incrementar de manera sostenible la producción agrícola, la seguridad alimentaria y la inocuidad de los alimentos. Este modelo de cooperación en el sistema de las Naciones Unidas seguirá sin duda alguna cosechando éxitos en los años venideros



El Director General del OIEA, Yukiya Amano, y el Director General de la FAO, José Graziano da Silva, firman los acuerdos revisados sobre la labor de la División Mixta FAO/OIEA durante el 38º período de sesiones de la Conferencia de la FAO, en la Sede de la FAO en Roma (Italia), el 19 de junio de 2013.

(Fotografía: Conleth Brady, OIEA)

LUCHAR CONTRA LA EPIDEMIA MUNDIAL DE CÁNCER REALIZANDO MEDICIONES PRECISAS



Ajuste del equipo de calibración dosimétrica en el Laboratorio de Dosimetría del OIEA (Fotografía: Rodolfo Quevenco, OIEA)

El cáncer ha superado a las cardiopatías y se ha convertido en la principal causa de muerte en todo el mundo. En el año 2000 hubo 10,1 millones de casos nuevos y 6,2 millones de muertes por cáncer. En 2012 estas cifras habían aumentado hasta los 14,1 millones y los 8,2 millones respectivamente. Al tratarse de una epidemia mundial que sigue extendiéndose, la necesidad de diagnósticos y tratamientos más eficaces cobra cada vez más importancia. Las tecnologías nucleares y conexas, como las empleadas en las técnicas de diagnóstico por imágenes y radioterapia, son fundamentales para diagnosticar y tratar el cáncer. Tanto una como otra comportan la exposición a la radiación, y si bien son técnicas que pueden resultar muy eficaces en el tratamiento de los pacientes, también pueden ser peligrosas para estos y el personal médico de no emplearse con precisión y de forma segura. Gracias a técnicas como la dosimetría médica es posible utilizar la radiación de forma segura.

La dosimetría médica es esencial para diagnosticar y tratar el cáncer de forma segura y eficaz. Se ocupa de determinar las dosis absorbidas y optimizar la administración de las dosis en medicina radiológica. Para ello, se realizan actividades como la verificación y calibración del equipo, la evolución y difusión de las técnicas de dosimetría y la ejecución de programas de garantía de la calidad.

El Laboratorio de Dosimetría (DOL) del OIEA ayuda a los Estados Miembros de todo el mundo a mejorar la seguridad y la calidad de la medicina radiológica. Esto, a su vez, contribuye a potenciar la eficacia del diagnóstico y el tratamiento, lo que mejora la salud del enfermo. Por ejemplo, el DOL realiza verificaciones en respuesta a solicitudes de los Estados Miembros. Lleva a cabo verificaciones de las dosis en más de 2 000 centros de radioterapia de países que no tienen otro medio de comprobar la calidad de su dosimetría clínica. Subsanan las anomalías detectadas forma parte de este proceso de verificación.

Muchos Estados Miembros, de no hacerlo a través del OIEA, no dispondrían de medios para comprobar la calidad de su capacidad de calibración y medición. De ahí que el DOL ejerza también de laboratorio de coordinación de la Red OIEA/OMS de laboratorios secundarios de calibración dosimétrica (Red OIEA/OMS de LSCD). Esta red está integrada por 86 laboratorios de 67 Estados Miembros, que proporcionan servicios de garantía de la calidad y desarrollan y dan a conocer métodos de dosimetría. El DOL coordina las actividades de los LSCD en estrecha colaboración con la Organización Mundial de la Salud (OMS) desde 1976. Los servicios y las actividades de los LSCD permiten favorecer las prácticas seguras y de calidad, lo que, en última instancia, redundará en beneficio de los enfermos que se someten a



Las actividades de verificación dosimétrica del Laboratorio de Dosimetría del OIEA contribuyen a garantizar que los enfermos de cáncer reciban un tratamiento seguro y eficaz con haces de radiación generados por aparatos de radioterapia como el de la foto. (Fotografía: Nancy Falcon Castro, OIEA)

pruebas diagnósticas o a radioterapia y del personal médico que maneja el equipo de radiación.

Para mantener el nivel adecuado de los servicios de calibración y verificación del DOL y para que la red de LSCD divulgue de manera apropiada el patrón de dosimetría, el DOL lleva a cabo actividades de investigación y desarrollo sobre técnicas de dosimetría y colabora con organizaciones internacionales, prestando especial atención a la dosimetría y a la física médica. El DOL contribuye a la labor de las organizaciones y tiene un acceso temprano a los proyectos. Los LSCD, así como los centros de radioterapia y las comunidades a las que atienden, se benefician de esta colaboración y de las actividades de investigación y desarrollo.

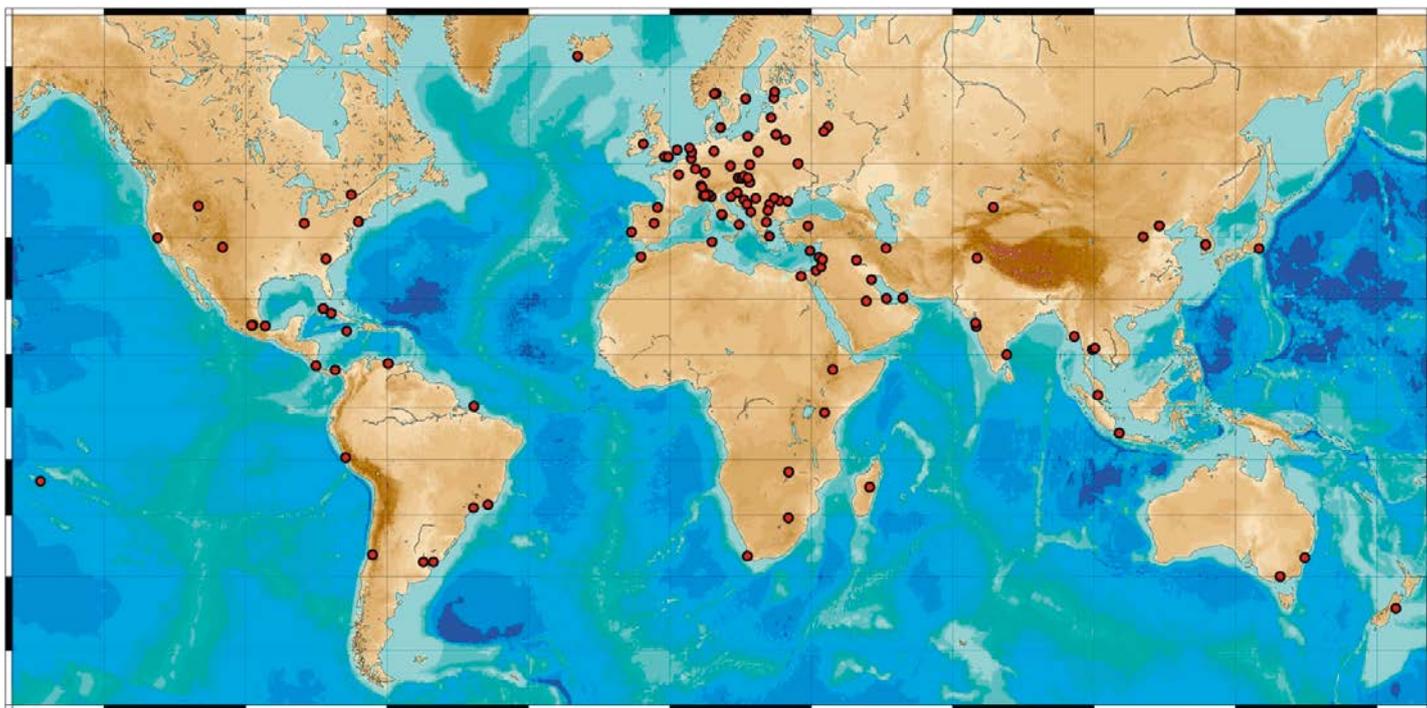
Asimismo, es imprescindible que el DOL se mantenga al tanto de los cambios en el ámbito de la tecnología médica que puedan dar lugar a otras necesidades en dosimetría.

Por ejemplo, durante muchos años la radioterapia precisó del uso del cobalto 60 o del cesio 137 como fuentes de radiación. Sin embargo, con el aumento de los temores sobre la seguridad física nuclear, conseguir estas fuentes se ha vuelto cada vez más difícil. Por tanto, muchos países se están pasando a los aceleradores lineales, que pueden generar radiación sin necesidad de fuentes radiactivas. Esto, a su vez, exige que el DOL desarrolle y publique métodos y técnicas y que proporcione apoyo en materia de garantía de la calidad para que los Estados Miembros puedan adaptarse a esta importante tendencia tecnológica.

Las numerosas actividades y servicios del DOL son una valiosa aportación a la lucha mundial contra el cáncer y contribuyen a que quienes padecen esta enfermedad en todo el mundo vivan más y mejor.

Departamento de Ciencias y Aplicaciones Nucleares del OIEA

REFUERZO Y APROVECHAMIENTO DE LAS CAPACIDADES DE LOS LABORATORIOS DE LOS ESTADOS MIEMBROS



Presencia mundial de los 140 laboratorios de la red ALMERA (Imagen: personal del Laboratorio del Medio Ambiente Terrestre del OIEA)

El Departamento de Ciencias y Aplicaciones Nucleares lleva a cabo varias actividades concebidas para potenciar y capitalizar las capacidades de los laboratorios de los Estados Miembros en todo el mundo. Los laboratorios de aplicaciones nucleares del Departamento de Ciencias y Aplicaciones Nucleares fortalecen las capacidades analíticas de los Estados Miembros mediante actividades como la realización de ensayos de aptitud y comparaciones entre laboratorios, y comparten las capacidades de los laboratorios de los Estados Miembros con otros Estados Miembros a través de la coordinación de las redes pertinentes y la participación en el plan de centros colaboradores del OIEA.

Un ejemplo de tales actividades es el trabajo en colaboración que realiza el Laboratorio del Medio Ambiente Terrestre (TEL). El TEL coopera con los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente en Mónaco en la distribución de 92 tipos de materiales de referencia para la caracterización de radionucleidos, isótopos estables, oligoelementos o contaminantes orgánicos. Estos materiales sirven de patrones internacionales para establecer y evaluar la fiabilidad y precisión de las mediciones analíticas.

El TEL también produce y caracteriza anualmente varios materiales de ensayo que se envían a alrededor de 400 laboratorios de los Estados Miembros para la realización de ejercicios de aptitud y de comparación entre laboratorios. Los

laboratorios de los Estados Miembros usan esos materiales para efectuar sus propias mediciones analíticas e informan al TEL sobre sus resultados. Si obtienen los resultados adecuados, la fiabilidad y precisión de sus capacidades analíticas quedan confirmadas. Si no los obtienen, el personal del TEL examina los resultados para detectar las posibles fuentes de errores analíticos y recomienda medidas correctivas.

De modo similar, el Laboratorio de Gestión de Suelos y Aguas y Nutrición de los Cultivos, en cooperación con el Programa de Evaluación Wageningen para Laboratorios Analíticos (WEPAL), de la Universidad de Wageningen, en los Países Bajos, efectúa ejercicios de ensayo con otros laboratorios sobre el uso de métodos basados en isótopos estables y radiación para la medición y vigilancia de nutrientes en muestras de plantas, agua y suelo.

Además, los laboratorios de aplicaciones nucleares coordinan y participan en redes mundiales de laboratorios que mancomunan sus recursos y conocimientos especializados en beneficio mutuo. El Laboratorio de Dosimetría del OIEA, junto con la Organización Mundial de la Salud (OMS), coordina la Red OIEA/OMS de laboratorios secundarios de calibración dosimétrica (red de LSCD) para mejorar la seguridad y calidad de la medicina radiológica. Uno de los objetivos principales de la red de LSCD es garantizar que la



Los laboratorios de aplicaciones nucleares del Departamento de Ciencias y Aplicaciones Nucleares fortalecen las capacidades analíticas de los Estados Miembros mediante actividades como la realización de ensayos de aptitud y comparaciones entre laboratorios, y comparten las capacidades de los laboratorios de los Estados Miembros con otros Estados Miembros a través de la coordinación de las redes pertinentes y la participación en el plan de centros colaboradores del OIEA. (Fotografías OIEA)

dosis suministrada a los pacientes que siguen un tratamiento con radioterapia en los Estados Miembros corresponda a las normas aceptadas internacionalmente para maximizar la eficacia y la seguridad del tratamiento.

La red de laboratorios analíticos para mediciones de la radiactividad en el medio ambiente (red ALMERA) es una red mundial creada por el OIEA y coordinada por el TEL como un sistema de alcance mundial para vigilar y medir la radiactividad en el medio terrestre. Actualmente la red ALMERA comprende 140 laboratorios en 81 Estados Miembros. Su objetivo primordial es promover la fiabilidad y oportunidad de los resultados analíticos de sus miembros en relación con la vigilancia de la radiactividad ambiental en situaciones normales y de emergencia.

Los laboratorios de aplicaciones nucleares también trabajan con los centros colaboradores del OIEA para ayudar a los Estados Miembros a aprovechar las capacidades de los demás. Los centros colaboradores son laboratorios e instituciones de investigación de los Estados Miembros que funcionan como asociados oficiales para ayudar al Organismo en la ejecución de determinadas actividades

programáticas. Estos centros a menudo trabajan con los laboratorios de aplicaciones nucleares en la organización y celebración de cursos de capacitación en nombre del Departamento de Ciencias y Aplicaciones Nucleares, contribuyen a los esfuerzos de los laboratorios de aplicaciones nucleares encaminados a desarrollar nuevas o mejores técnicas nucleares y ofrecen, o prestan apoyo para ofrecer, servicios analíticos como la recopilación y preparación de posibles materiales de referencia. Mediante este mecanismo, todos los Estados Miembros tienen posibilidades de beneficiarse de las capacidades avanzadas de los laboratorios de unos y otros.

Este trabajo en colaboración entre los laboratorios de aplicaciones nucleares, los Estados Miembros y laboratorios de todo el mundo contribuye al cumplimiento del mandato del OIEA de alentar el intercambio de información científica y técnica para el uso pacífico de la ciencia y tecnología nucleares en el mundo entero.

Departamento de Ciencias y Aplicaciones Nucleares del OIEA

CÓMO AYUDAN LOS LABORATORIOS DE APLICACIONES NUCLEARES A FORTALECER LA RESPUESTA A EMERGENCIAS



Vehículo aéreo no tripulado diseñado por el NSIL para tareas de monitorización a distancia de la radiación ambiental.

(Fotografía: Steve Thachet, OIEA)

La seguridad es uno de los factores más importantes cuando se llevan a cabo actividades científicas y tecnológicas muy avanzadas. Al respecto, la utilización del potencial de la energía nuclear con fines pacíficos también entraña riesgos, y las propias tecnologías nucleares pueden servir para fortalecer las medidas de respuesta a emergencias relacionadas con el empleo de la tecnología nuclear.

En caso de que se produzca un incidente nuclear, la rápida medición y la monitorización posterior de los niveles de radiación son prioridades máximas, ya que ayudan a determinar el grado de riesgo que afrontan los encargados de la respuesta a emergencias y el público en general. Los instrumentos de medición a distancia de la radiactividad son especialmente importantes cuando penetrar en zonas con niveles elevados de radiación puede acarrear riesgos para la salud.

El Laboratorio de Ciencias y Aplicaciones Nucleares (NSIL) — uno de los ocho laboratorios del Departamento de Ciencias y Aplicaciones Nucleares situados en Seibersdorf, Austria — se dedica a concebir y perfeccionar diversos instrumentos y métodos de análisis y diagnóstico especializados y a transferir conocimientos a los Estados Miembros del OIEA. Entre esos instrumentos los hay capaces de efectuar mediciones a distancia.

Uno de esos instrumentos concebido por el NSIL es un vehículo aéreo no tripulado (un dron) que se puede enviar

rápidamente a zonas en las que pueda haber elevados niveles de radiación. Ese dron efectúa mediciones a distancia de radiactividad y suministra imágenes visuales de la distribución de la radiación. Puede suministrar rápidamente datos exactos y vitales sobre los niveles de radiación, lo que reduce la exposición de seres humanos a radiactividad potencialmente nociva.

Los Estados Miembros también necesitan laboratorios capaces de utilizar técnicas analíticas nucleares para monitorizar y medir la radiactividad presente en el medio ambiente y en materiales orgánicos e inorgánicos potencialmente afectados que pueden repercutir en la salud humana. Otro laboratorio de aplicaciones nucleares, el Laboratorio del Medio Ambiente Terrestre (TEL), suministra a los Estados Miembros mediciones de alta precisión y materiales de referencia y pruebas

de competencia y organiza sistemáticamente talleres y actividades de capacitación en grupo para el personal de sus laboratorios. Con ello se contribuye a que los Estados Miembros dispongan de las capacidades analíticas necesarias para evaluar con precisión y fiabilidad la radiactividad ambiental en situaciones de emergencia.

Una de las consecuencias más importantes de la exposición involuntaria a las radiaciones puede ser la contaminación de los suministros de alimentos locales. Si se produce un incidente nuclear, es necesario recurrir a técnicas nucleares para analizar muestras de alimentos con objeto de garantizar su inocuidad para los consumidores y confirmarles la inocuidad de los suministros no contaminados. El TEL, el Laboratorio de Protección de los Alimentos y del Medio Ambiente y el Laboratorio de Gestión de Suelos y Aguas y Nutrición de los Cultivos combinan sus conocimientos especializados para elaborar y transferir técnicas y protocolos nucleares a los Estados Miembros que tienen por finalidad evaluar los efectos de la exposición a radiaciones involuntaria sobre las fuentes de alimentos.

Esta labor en la esfera de la respuesta a emergencias que llevan a cabo los laboratorios de aplicaciones nucleares respalda la salud y la seguridad en los Estados Miembros y el mandato del OIEA de promover los usos pacíficos y seguros de la energía nuclear

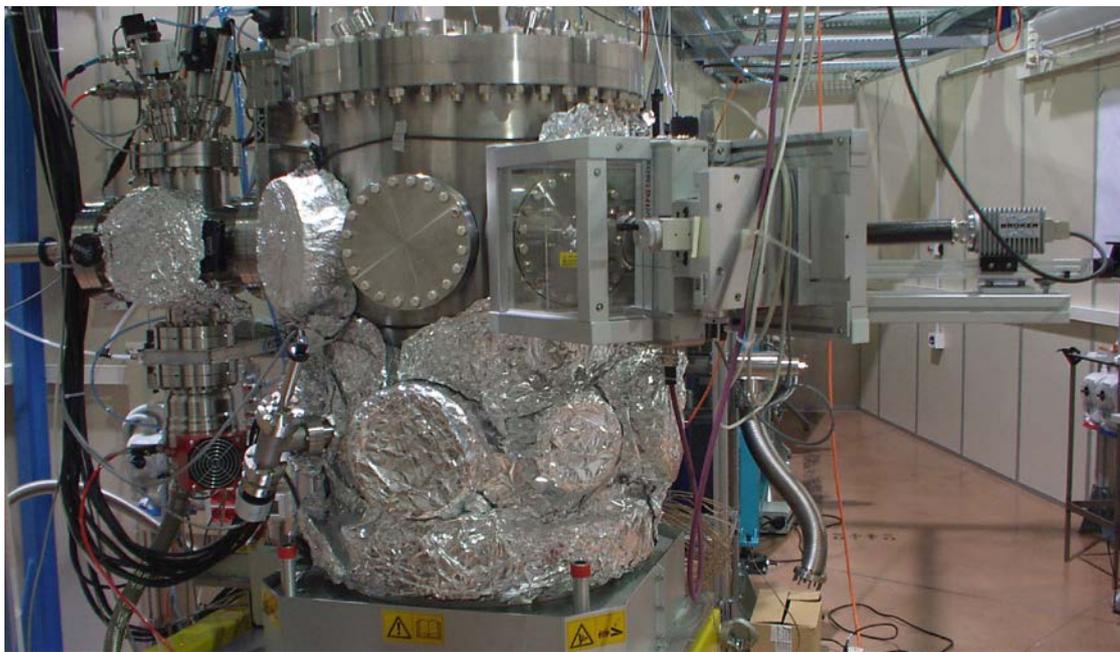
Departamento de Ciencias y Aplicaciones Nucleares del OIEA

LAS APLICACIONES DE LOS ACELERADORES SUSTENTAN LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA NUCLEARES

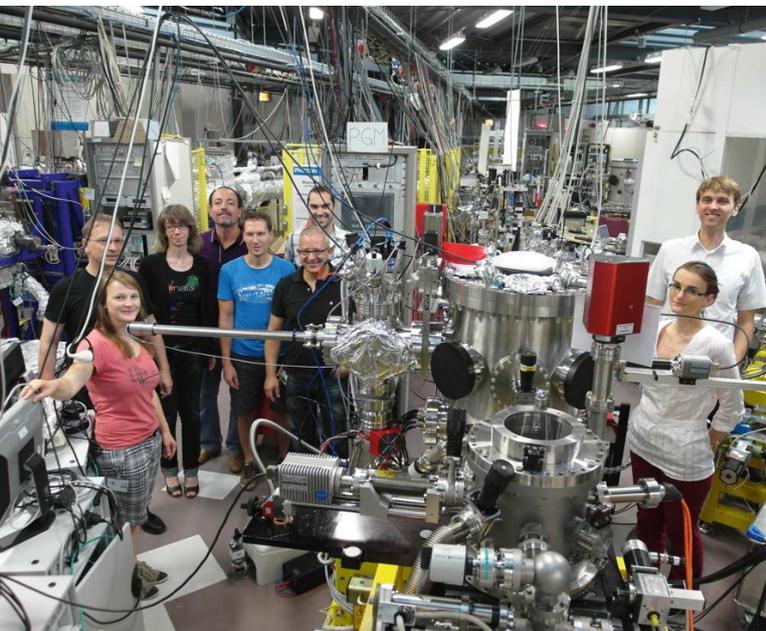
AccLos aceleradores son máquinas que utilizan voltajes elevados para producir radiación artificial en forma de haces de partículas energéticas. Son más versátiles y seguros que las fuentes radiactivas porque se puede variar la energía y cuando se apaga el acelerador se interrumpe la radiación. Los aceleradores se emplean para diversas aplicaciones, como tratar el cáncer, analizar obras de arte y artefactos antiguos, limpiar gases efluentes de desechos, producir microprocesadores de computadoras y cartografiar la estructura de proteínas. La tecnología de los aceleradores hace una valiosa aportación a los avances tecnológicos de un país, lo cual puede a su vez contribuir también a su desarrollo económico.

Los aceleradores existen desde hace más de 80 años. En 1929, el Dr. Robert Jemison Van de Graaff, un físico estadounidense, consiguió demostrar que una máquina de alto voltaje podía acelerar partículas. Actualmente funcionan unos 30 000 aceleradores en el mundo. Cerca del 99 % de ellos se utilizan para aplicaciones industriales y médicas y solo el 1 % para efectuar investigaciones básicas de ciencia y tecnología. La producción de aceleradores de uso industrial es un negocio mundial que genera unos ingresos anuales de más de dos mil millones de dólares de los Estados Unidos y los productos que procesan obtienen unas ventas de unos 500 000 millones de dólares de los Estados Unidos al año.

El Laboratorio de Ciencias Nucleares e Instrumentación (NSIL), que forma parte de la División de Ciencias Físicas y Químicas del OIEA, presta apoyo a los Estados Miembros para que conciban una amplia gama de aplicaciones nucleares y utilicen con eficacia los correspondientes instrumentos. La Sección de Física del OIEA y el NSIL dan apoyo actualmente a 17 proyectos nacionales y regionales de cooperación técnica (CT) en 56 Estados Miembros, relativos a las aplicaciones de los aceleradores, y coordinan siete proyectos coordinados de investigación con institutos de 40 Estados Miembros. Para apoyar esos programas, la Sección de Física del OIEA coopera con instituciones externas por medio de acuerdos mutuos. Dos de esos asociados son Elettra en Trieste (Italia) y el Instituto Ruđer Bošković en Zagreb (Croacia)



I La estación final de la cámara de vacío ultraalto (UHVC) de la nueva línea de haces del OIEA, en el sincrotrón de Elettra en Trieste (Italia). Esta línea de haces de fluorescencia de rayos X de última generación se puede utilizar para analizar qué elementos químicos están presentes en un material. Uno de los frutos de esta tecnología avanzada es su capacidad para producir mapas bidimensionales y tridimensionales del análisis químico del material ensayado. La máquina fue enviada de Berlín a Trieste y está siendo puesta en servicio para que los Estados Miembros empiecen a utilizarla en julio de 2014. (Fotografía: OIEA)



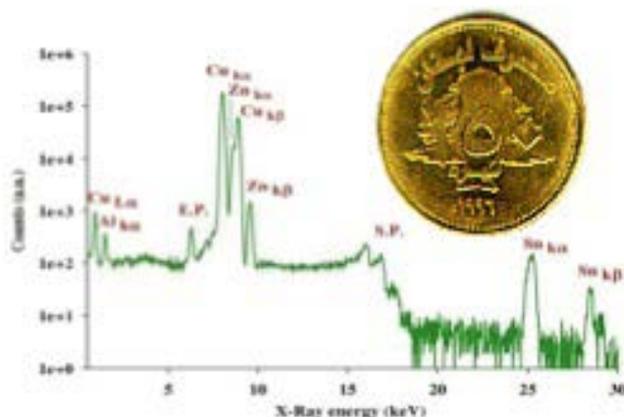
2 Empleados del NSIL del OIEA, el Instituto Alemán de Normalización de Berlín y Elettra de Trieste reunidos en agosto de 2013 para ensayos conjuntos de los haces del UHVC en la fuente de radiación sincrotrónica BESSY II de Berlín. El ensayo de las líneas de haces de fluorescencia de rayos X fue satisfactorio, pues se analizó qué elementos químicos están presentes en un material y confirmó que la cámara efectuaba las tareas técnicas previstas. Se efectuó el ensayo antes de enviar el acelerador a Trieste (Italia). (Fotografía: OIEA)



3 Instalación de un acelerador de haces de iones donado por los Países Bajos al nuevo centro de aceleradores de Accra (Ghana). El acelerador dará a los estudiantes oportunidades de capacitación en investigaciones y aplicaciones en ciencias de los materiales, cuestiones ambientales y análisis del patrimonio cultural, por ejemplo, la determinación de la edad y la autenticidad de obras de arte y artefactos. Tal es el tema de un proyecto de CT en favor de Ghana que apoya la Sección de Física del OIEA. (Fotografía: OIEA)



4 La irradiación por haces de iones se puede utilizar para poner en marcha mutaciones que pueden dar lugar a variedades de plantas con mejores propiedades. En la imagen, un ejemplo de arroz que ha recibido irradiación por haces de iones en la Universidad de Chiang Mai (Tailandia). Este tipo de trabajo se realiza en el marco de proyectos de CT que apoya la Sección de Física del OIEA. (Fotografía: Universidad de Chiang Mai (Tailandia))



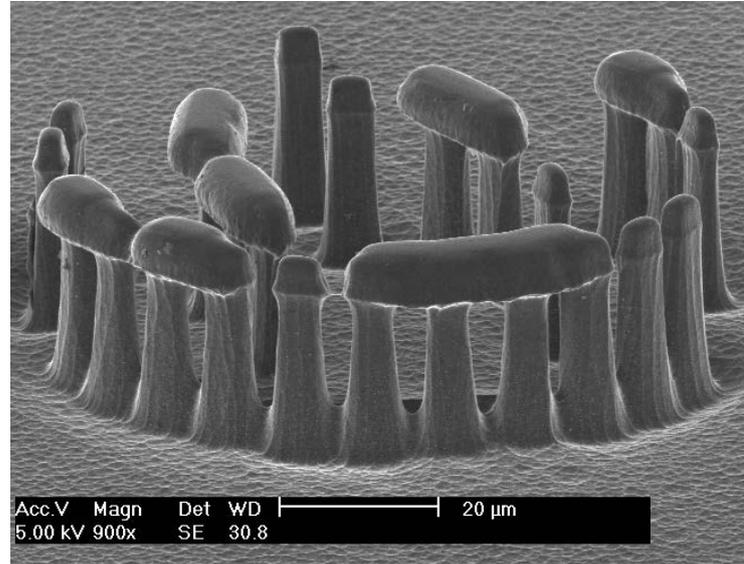
5 Gráfico de un análisis con haces de iones de una moneda de 250 libras libanesas para determinar las capas de que se compone y su grosor. Este tipo de análisis mediante tecnología nuclear se puede utilizar para evaluar y autenticar monedas u otros artefactos antiguos. El análisis formó parte de un proyecto de CT en el Líbano apoyado por la Sección de Física del OIEA. (Fotografía: Comisión Libanesa de Energía Atómica)



- 6** Vista panorámica de la línea de haces del OIEA en la cámara del sincrotrón de Elettra en Trieste (Italia). La línea de haces de radiación entra por el lado derecho de la cámara y llega al UHVC, que es la estación final que se ve a la izquierda del centro. Las instalaciones de luz de haces del sincrotrón producen rayos X millones de veces más brillantes que los rayos X empleados en medicina. Los científicos utilizan estos haces intensos, enormemente concentrados, de rayos X para poner de manifiesto la identidad y la disposición de los átomos de una amplia variedad de materiales: metales, semiconductores, cerámicas, polímeros, catalizadores, plásticos y moléculas biológicas. La línea de haces del OIEA está en funcionamiento desde abril de 2014. Resulta especialmente apropiada para aplicaciones en ciencia de los materiales. (Fotografía: OIEA)



- 7** Acelerador de haces de iones del Instituto Ruđer Bošković de Zagreb (Croacia). El NSIL del OIEA explota una línea de haces en este acelerador desde 1996. El acelerador utiliza un voltaje de seis millones de voltios para acelerar protones que se emplean para múltiples aplicaciones, por ejemplo, análisis de materiales. (Fotografía: Instituto Ruđer Bošković, Zagreb)



- 8** “Estructura circular” de nanoestructura tridimensional producida concentrando la irradiación del silicio con haces de protones en el Centro de Aplicaciones de haces de iones (CIBA) del Departamento de Física de la Universidad Nacional de Singapur. La imagen ilustra cómo se puede utilizar los haces de iones para producir nanoestructuras complejas, una necesidad fundamental de la nanotecnología. (Fotografía: Profesor Martin Breese, CIBA)

Texto: Ralf Bernd Kaiser, Jefe de la Sección de Física, División de Ciencias Físicas y Químicas del OIEA

LA OBTENCIÓN DEL “ELDO NGANO 1”, LA PRIMERA VARIEDAD



1 La roya negra de los tallos del trigo es una raza virulenta de hongos, *Puccinia graminis*, que ataca y hace enfermar a las plantas de trigo; la causa una cepa de hongos denominada Ug99.

La denominación corresponde al lugar y el año en que se descubrió la enfermedad: en Uganda y en 1999. Las esporas de esta enfermedad de las plantas se dispersan en el aire y el viento puede propagarlas fácilmente. De no evitarse, la enfermedad puede destruir del 70 al 100 % de la producción de los trigales cultivados. Al año, la enfermedad echa a perder en promedio 8,3 millones de toneladas de granos de trigo, cuyo valor asciende a 1 230 millones de dólares de los Estados Unidos. Etiopía, Kenya y Uganda son focos críticos de infección de esta enfermedad.

(Fotografía: Miriam Kinyua, Facultad de Agricultura y Biotecnología, Universidad de Eldoret (Kenya))



3 En 2009 se llevaron a cabo tratamientos mediante inducción de mutaciones en el Laboratorio de Fitomejoramiento y Fitogenética del OIEA (PBGL) situado en Seibersdorf. Los tratamientos consistieron en irradiar con rayos gamma semillas de variedades de trigo seleccionadas de los países participantes. Se efectuaron ensayos de radiosensibilidad de las plántulas para determinar la dosis de radiación óptima.

Se transfirieron las semillas entre el PBGL y los Estados Miembros conforme al Acuerdo Normalizado de Transferencia de Material del OIEA que garantiza el acceso y el aprovechamiento compartido de los beneficios entre los Estados Miembros. (Fotografía: OIEA)



2 En 2009, la preocupación cada vez mayor ante las espantosas consecuencias de la Ug99 en el trigo impulsó la formulación del proyecto INT/5/150 del OIEA, “Respuesta a la amenaza transfronteriza de la roya negra de los tallos del trigo (Ug99)”.

En este proyecto participan más de 18 países y cinco instituciones nacionales e internacionales y en él se estudian posibles tratamientos mediante inducción de mutaciones para afrontar los desafíos que plantea la Ug99. En Kenya y Uganda se han celebrado reuniones y talleres para facilitar las actividades del proyecto. (Fotografía: OIEA)



4 En 2009 se enviaron semillas irradiadas a Eldoret (Kenya) porque en ese país es común la enfermedad. El apoyo del OIEA a Kenya también comprendió la instauración de sistemas de riego que permitieron cultivar y ensayar dos generaciones de trigo al año a partir de 2009.

Se seleccionaron 13 líneas de mutantes resistentes de variedades de trigo de 6 países: Argelia, Iraq, Kenya, República Árabe Siria, Uganda y Yemen. (Fotografía: OIEA)

EN EL MUNDO DE TRIGO MUTANTE RESISTENTE A LA UG99



5 En 2012, de forma paralela a los ensayos de campo de la resistencia a la Ug99 en Kenia, se organizó en el PBGL un programa de capacitación de becarios para que el Sr. Amos Ego de Kenia adquiriese competencias en materia de inducción de mutaciones, detección de mutaciones, líneas mutantes avanzadas y su validación por medio de análisis del ADN. (Fotografía: OIEA)



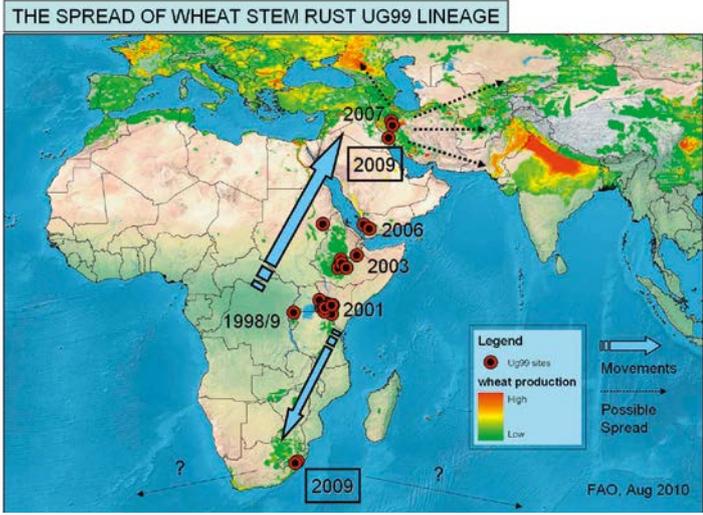
7 Se emplearon fondos extrapresupuestarios para apoyar la celebración en diciembre de 2013 en el OIEA en Viena y en los laboratorios de Seibersdorf de un taller especial de capacitación en el que se analizaron las actuaciones y los desafíos siguientes, es decir, el intercambio de semillas de líneas de mutantes resistentes para fitomejoramiento, biotecnologías para acelerar la introgresión de los genes resistentes mutantes en líneas selectas de otros Estados Miembros y métodos basados en el ADN para detectar la resistencia a la enfermedad. (Fotografía: OIEA)



**Certificado del "Eldo Ngano 1"
Publicado por la República de Kenia**

6 La primera variedad mutante del trigo con la que se obtuvieron buenos resultados de resistencia a la Ug99 fue distribuida en febrero de 2014 y se le dio el nombre de "Eldo Ngano 1". Se produjeron seis toneladas de semillas para distribuirlas a agricultores de Kenia y se organizó un "Día del Agricultor" para mostrar los mutantes resistentes a la enfermedad y explicar el proyecto.

Recientemente, se ha ensayado una segunda línea mutante avanzada para conocer su condición varietal. Además, en Uganda se está preparando una línea mutante avanzada prometedora, con miras a ensayarla y distribuirla oficialmente en 2015.



8 La Ug99 sigue propagándose en el mundo y ha llegado a la República Islámica del Irán. También hay informes de sospechas de aparición de la enfermedad en Europa.

Es esencial seguir trabajando en la obtención de líneas mutantes que den mayor protección a los cultivos y que se puedan emplear en todo el mundo para salvaguardar los cultivos de trigo de esta devastadora enfermedad. (Fotografía: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Panorámica de las variantes de la Ug99 - abril de 2011)

Texto: Brian P. Forster, Jefe del Laboratorio de Fitomejoramiento y Fitogenética del OIEA

LA OPINIÓN DE LOS CIENTÍFICOS VISITANTES SOBRE LOS LABORATORIOS DE SEIBERSDORF



LESOTHO

Motlatsi James Ntho, técnico de laboratorio-oficial de investigaciones, Departamento de Investigación Agrícola, Ministerio de Agricultura y Seguridad Alimentaria, Maseru (Lesotho)

“En Lesotho, nos está afectando el cambio climático, es decir, que cada vez tenemos más sequías y más largas y que las lluvias que los agricultores necesitan para que sus cultivos prosperen a menudo llegan tarde. También estamos viendo más cultivos agrícolas asolados por enfermedades. De ahí que yo esté trabajando para mejorar batatas y trigo, ante la importancia del trigo en la dieta diaria y porque la batata puede llegar a ser un alimento básico igual de importante en los 10 años próximos si hacemos un esfuerzo mayor para fomentar su consumo.

En el Departamento de Investigación Agrícola de Lesotho nos centramos inicialmente en esos dos alimentos básicos porque queremos mejorar la seguridad alimentaria del país, obteniendo más y mejores cosechas para alimentar adecuadamente a la población.

Cuando regrese a mi país después de estar dos meses becado en Seibersdorf, utilizaré técnicas nucleares y de otras clases para mejorar la tolerancia a la sequía, el rendimiento, el valor nutricional y la resistencia a las enfermedades de la batata y el trigo.

El Departamento de Investigación Agrícola espera crear un laboratorio de cultivo de tejidos en el que podamos realizar este tipo de fitomejoramiento y el OIEA nos está ayudando suministrándonos equipo e impartiendo capacitación. Me enviaron a los laboratorios de Seibersdorf en Austria porque

en el África meridional no hay instituciones donde se enseñen esas competencias (la mutación radioinducida).

Cuando concluya mi formación, no dudo de que seré un candidato competitivo a efectuar investigaciones sobre cultivo de tejidos en los nuevos laboratorios de mi país. Esta beca me ayudará a participar plenamente en el desarrollo de esas competencias en Lesotho.

Y además

Aparte de aprender las técnicas concretas que necesitaré para realizar mis investigaciones, he obtenido más de lo que esperaba recibir cuando vine a Seibersdorf.

He aprendido a trabajar con otras plantas, por ejemplo, chiles y tomates, y me ha animado el ejemplo de otros becarios de África y del personal del Laboratorio de Fitomejoramiento y Fitogenética del OIEA. Creo que las relaciones que he establecido con ellos, que harán más fácil la colaboración profesional cuando regrese a mi país, son uno de los mayores beneficios profesionales que he recibido.”



MADAGASCAR

Norbertin M. Ralambomanana, ingeniero agrónomo, encargado del Laboratorio de Genética y Reproducción del Departamento de Investigaciones Zootécnicas y Veterinarias del Centro Nacional de Investigación Aplicada para el Desarrollo Rural (FOFIFA), Ministerio de Agricultura de Madagascar

“La isla de Madagascar tiene una población de más de 23 millones de personas. Más de la mitad de sus residentes

rurales son trabajadores agrícolas que se dedican mayoritariamente a la cría de ganado mayor. Mas el país sigue estando obligado a importar leche porque está esquilmando sus rebaños de zebúes malgaches autóctonos cuya carne exporta a las islas vecinas.

Ante esta situación, el Gobierno malgache se ha asociado al OIEA para mejorar la producción de leche y carne de cebú indígena, de las razas renitelo y manyani, por medio de su cría selectiva basada en un conocimiento a fondo de su ADN.

Aunque quienes trabajamos en el Ministerio de Agricultura no creemos que gracias a nuestros esfuerzos se llegue a eliminar por completo las importaciones de leche, nos hemos fijado el objetivo de reducir considerablemente las cantidades que el país debe comprar en el extranjero. Además, pretendemos aumentar notablemente la cantidad de reses que se crían en nuestro país.

Un elemento esencial del proyecto es la capacitación que científicos de Madagascar reciben en el Laboratorio de Producción Pecuaria y Salud Animal de Seibersdorf (Austria). Ahora estoy gozando de una beca de tres meses en Seibersdorf, donde utilizamos 172 muestras de ADN de tres razas de ganado autóctonas de la isla para comparar relaciones entre genotipos y fenotipos y las razas pecuarias de nuestro país con las de otros países con objeto de mejorar la calidad de los animales criados en Madagascar.

Las herramientas profesionales

Madagascar no tiene los aparatos adecuados para efectuar los análisis de ADN necesarios. Por eso, el OIEA enseña a científicos como yo a usar su equipo en los laboratorios de Seibersdorf, al tiempo que ayuda a nuestro Gobierno a adquirir equipo para el país.

Cuando vuelva a Madagascar, mis colegas del Ministerio de Agricultura y yo utilizaremos la información que he recogido aquí para idear la mejor manera de mejorar nuestras razas pecuarias autóctonas. Ahora bien, no será fácil. Tenemos por delante varios grandes desafíos:

En primer lugar, los animales están desperdigados en asentamientos rurales donde no es fácil tomar muestras de sangre. Además, los ganaderos locales tienen ideas propias sobre el mejor modo de obrar. Será difícilísimo cambiarlas y convencerlos de que el método más científico produce mejores resultados que como han venido actuando hasta ahora.

Las becas como la que estoy disfrutando son muy importantes para el desarrollo de los Estados Miembros porque, al formar a nuestros científicos, el OIEA nos suministra las herramientas que necesitamos para satisfacer nuestras necesidades ahora y en el futuro."



(Fotografía: Klaus Gaggl, OIEA)

SENEGAL

Fatimata Ndiaye, investigadora y consultora, Laboratorio de Biotecnología de los Hongos, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad Cheikh Anta Diop, Dakar

"En el Senegal estamos luchando para alimentar adecuadamente a nuestra población porque la sequía persistente y la mala calidad de los suelos hacen que los cultivos se malogren año tras año. Mi campo de estudios es la mejora de la fertilidad y la calidad de los suelos. O sea, aumentar el contenido de nutrientes de los suelos mediante la introducción de carbono en los suelos deficientes y cuidando de que lo retengan. Las técnicas que necesito para realizar esos experimentos y obtener los resultados correctos es lo que estoy aprendiendo en los laboratorios de aplicaciones nucleares del OIEA en Seibersdorf gracias a esta beca de cuatro meses de duración.

Mis colegas del Senegal y yo utilizaremos esos datos para crear un conjunto agrotecnológico que aborde adecuadamente los problemas agrícolas del Senegal (por lo menos en lo que se refiere a los suelos). Nuestras recomendaciones al Gobierno y a los agricultores tendrán por objeto mejorar la ordenación de los suelos y maneras más eficaces y eficientes de incrementar la materia orgánica (carbono) de los suelos.

Las becas de este tipo son buenas oportunidades para jóvenes científicos como yo de mejorar nuestros conocimientos técnicos, impulsar nuestras carreras y tener acceso a las herramientas técnicas existentes en Seibersdorf. Esas oportunidades son necesarias y nos ayudan a obtener resultados positivos en nuestras industrias agrarias."



(Fotografía: Klaus Gaggl, OIEA)

SUDÁN

Tahani Bashir Abd Elkareim, investigadora, Instituto de Investigaciones en Medicina Tropical, Sudán

“El paludismo es una enfermedad que se puede tratar, pero mortal, transmitida por las picaduras de la hembra del mosquito *Anopheles*. Según los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades de los Estados Unidos, el paludismo es un grave problema de salud pública internacional que se calcula que causa 215 millones de infecciones y 655 000 muertes al año en el mundo.

Sudán es uno de los países en que el paludismo es endémico y llevamos a cabo diversas actuaciones para limitar su transmisión y eliminar el mosquito *Anopheles*. Una de ellas es utilizar la técnica de los insectos estériles (TIE), consistente en irradiar larvas de mosquitos macho, haciendo que no puedan tener crías cuando, ya adultos, se los suelta para que se apareen con hembras de su especie.

Si tiene éxito, la TIE ayudará a reducir gradualmente la población de mosquitos que pueden infectar a los seres humanos. En los laboratorios del OIEA en Seibersdorf he estado aprendiendo a criar grandes cantidades de mosquitos esterilizados. Es decir, a saber alimentar y enjaular a los mosquitos y qué equipo se debe emplear y qué actividades de limpieza hay que realizar con ellos desde su fase de larva hasta que lleguen a ser adultos.

Estoy aquí para comparar el sistema de cría en masa del OIEA con el nuestro, saber qué más equipo y conocimientos técnicos nos hacen falta y ver qué métodos se utilizan para conseguir que el proceso de la TIE sea más eficiente y eficaz.

Creo que estas becas a científicos de Estados Miembros en desarrollo son una verdadera bendición que da a jóvenes profesionales posibilidades de capacitarse que normalmente no hubiesen tenido. La experiencia práctica y la interacción con el paciente y bien informado personal del OIEA no tiene precio.”

UN AVANCE DECISIVO: LA FAO Y EL OIEA DESCIFRAN EL CÓDIGO DEL GENOMA DE LA MOSCA TSETSE



Hembra preñada de la especie de tsetse *Glossina morsitans*.

(Fotografía: Geoffrey M. Attardo, científico investigador, Facultad de Salud Pública de Yale, Universidad de Yale (EE.UU.))

Con el avance decisivo que ha supuesto la secuenciación del genoma de la especie de la mosca tsetse *Glossina morsitans* en abril de 2014, se ha alcanzado otro hito en la empresa de resolver un problema que tiene ramificaciones espantosas para África.

Las moscas tsetse, unas moscas grandes que pican, que pueblan la mayor parte de la franja central del continente africano entre los desiertos del Sahara y de Kalahari, son vectores de unos parásitos unicelulares llamados tripanosomas. Esos parásitos causan la tripanosomosis, o enfermedad del sueño, en los seres humanos. Konstantinos Bourtzis, biólogo molecular de la División Mixta FAO/OIEA de Técnicas Nucleares en la Alimentación y la Agricultura, explicó las graves consecuencias que puede tener en la salud humana la picadura de la mosca tsetse, para la que no existe vacuna y cuyo tratamiento médico tiene un costo elevadísimo. Mencionó que en la actualidad aproximadamente 70 millones de personas corren peligro de padecer la enfermedad del sueño y que se calcula que hay más de 50 000 personas infectadas. La enfermedad del sueño ataca el sistema nervioso central, modifica el "reloj" biológico y provoca cambios de personalidad: confusión, balbuceos, convulsiones y dificultades para caminar y hablar.

El ganado puede ser atacado por la nagana, una enfermedad devastadora que se transmite cuando las moscas tsetse pican a las reses para alimentarse de su sangre. La nagana es la

causa fundamental de un síndrome crónico debilitante que disminuye la fertilidad, el aumento de peso y la producción de carne y de leche y que hace que los animales estén demasiado débiles para arar o llevar cargas, lo cual afecta a su vez a la producción de cultivos. Causa al año la muerte de unos tres millones de animales y más de 50 millones de reses corren peligro de infectarse. Las moscas tsetse son una pesadilla para los agricultores africanos y también pueden obstaculizar la seguridad alimentaria y el progreso socioeconómico en el África subsahariana.

Hallar una solución a los estragos que causan las moscas tsetse en el ganado ha sido un desafío para las actividades científicas conjugadas del OIEA y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), lo mismo que para la Organización Mundial de la Salud (OMS), que se ha consagrado a combatir la enfermedad del sueño en los seres humanos.

Las investigaciones conjuntas llevadas a cabo en los últimos decenios con objeto de bloquear la propagación de la grave infección causada por las moscas tsetse dieron lugar a la implantación por la FAO y el OIEA de la técnica de los insectos estériles (TIE), que es inocua para el medio ambiente y consiste en un método de base biológica de gestión de las principales plagas de insectos de importancia en los ámbitos de la agricultura, la medicina y la veterinaria. La TIE, una forma de control de los nacimientos de insectos, consiste en criar en

masa moscas macho, a las que se esteriliza aplicándolas bajas dosis de radiación, y soltarlas en las zonas infestadas, donde se aparean con hembras silvestres. Estas no tienen crías, gracias a lo cual la técnica puede contener las poblaciones de moscas silvestres y llegar a erradicarlas si se aplica sistemáticamente en toda una zona.

Los conocimientos recién adquiridos del genoma de la mosca tsetse proporcionan abundantes informaciones para mejorar todo el paquete de la TIE y pueden ayudar a desentrañar las interacciones entre la mosca tsetse, sus simbioses y los tripanosomas. La descodificación del genoma fue dada a conocer en un comunicado de prensa emitido por el OIEA el 24 de abril de 2014 titulado Tsetse Fly Genome Breakthrough Brings Hope for African Farmers.

El logro de desentrañar el código genético de la mosca tsetse es furo de una colaboración internacional en la que ha participado el Laboratorio FAO/OIEA de Lucha contra Plagas de Insectos con apoyo de más de 140 científicos de todo el mundo. Este enorme avance científico permitirá conocer mejor el potencial biológico y genético de las moscas tsetse, comprendidas su nutrición, reproducción, inmunidad y capacidad vectorial, explicó Bourtzis.

Bourtzis explicó además que este descubrimiento permitirá a los científicos mejorar la TIE integrándola con métodos nuevos y complementarios en un enfoque zonal para controlar las consecuencias devastadoras que tienen las moscas tsetse en los animales y los seres humanos, y que la obtención de soluciones no tiene por finalidad eliminar una especie de moscas tsetse, sino erradicar las poblaciones locales de moscas tsetse.

Las moscas tsetse fueron erradicadas en 1997 de la isla de Zanzíbar (Tanzanía) aplicando la TIE. Con el mismo método, Etiopía y el Senegal están consiguiendo importantes progresos en zonas infestadas. La FAO y el OIEA están ayudando a 14 países a controlar las poblaciones de tsetse mediante la aplicación de enfoques de gestión integrada zonal de plagas.

Aabha Dixit, Oficina de Información al Público y Comunicación del OIEA

RECUADRO DE DATOS – LAS MOSCAS TSETSE

Como se sabe, las moscas tsetse han establecido complejas asociaciones de simbiosis con tres diferentes bacterias simbióticas. Todas las especies de moscas tsetse estudiadas hasta la fecha albergan obligatoriamente un simbiote del género *Wigglesworthia*, que mantiene una asociación simbiótica duradera con esas moscas a las que suministra importantes nutrientes, como vitaminas, que no pueden extraer de la sangre humana y animal.

Las moscas tsetse también han establecido una asociación simbiótica con otra bacteria, la denominada *Sodalis*. De experimentos recientes se desprende que los dos simbioses presentes en el intestino medio de la mosca tsetse (*Sodalis* y *Wigglesworthia*) pueden influir en el desarrollo del tripanosoma y por ende ser utilizados para impedir la implantación y la transmisión de esos parásitos.

El tercer simbiote de la mosca tsetse es la alfa-proteobacteria *Wolbachia*, que es uno de los simbioses

más extendidos en el planeta pues infecta a más del 40% de las especies de insectos. Se sabe que la *Wolbachia* manipula las propiedades de reproducción de sus anfitriones y que causa las más de las veces una incompatibilidad citoplasmática, un tipo de esterilidad del macho. Recientemente, se ha demostrado que en los mosquitos este simbiote impide el establecimiento y la transmisión de importantes patógenos humanos que causan enfermedades como dengue, chikungunya y paludismo.

Se está investigando si la *Wolbachia* también puede impedir el establecimiento y la transmisión de tripanosomas africanos en las moscas tsetse, bloqueando de ese modo la propagación de la enfermedad del sueño y la nagana. Un dato muy interesante es que el desciframiento del genoma de la *Glossina morsitans* también puso de manifiesto la presencia de centenares de genes de *Wolbachia* en el genoma de la mosca tsetse. Aún no se conoce la función que pueden desempeñar esos genes, si es que tienen alguna

COLABORADORES

Yukiya Amano
Konstantinos Bourtzis
Andrew Cannavan
Gerd Dercon
Adama Diallo
Yacouba Diawara
Aabha Dixit
Tahani Bashir Abd Elkareim
Brian P. Forster
Andy Garner
Brandon Thomas Gebka
Ruzanna Harman
Sasha Henriques
Joanna Izewska
Nicole Jawerth
Ralf Bernd Kaiser
Pierre Jean Laurent Lagoda
Qu Liang
Katherine Long
Julian Gregory Ludmer
Fatimata Ndiaye
Motlatsi James Ntho
David Osborn
Norbertin M. Ralambomanana
Meera Venkatesh
Marc Vreysen
Rodolfo Quevenco

El OIEA es la única entidad de la familia de las Naciones Unidas que posee laboratorios especializados que se consagran a apoyar sus actividades en el campo de las aplicaciones pacíficas de la tecnología nuclear. Estos laboratorios elaboran tecnologías innovadoras e imparten capacitación a científicos de nuestros 162 Estados Miembros.

Síguenos en:

www.iaea.org

www.facebook.com/iaeaorg

www.twitter.com/iaeaorg

