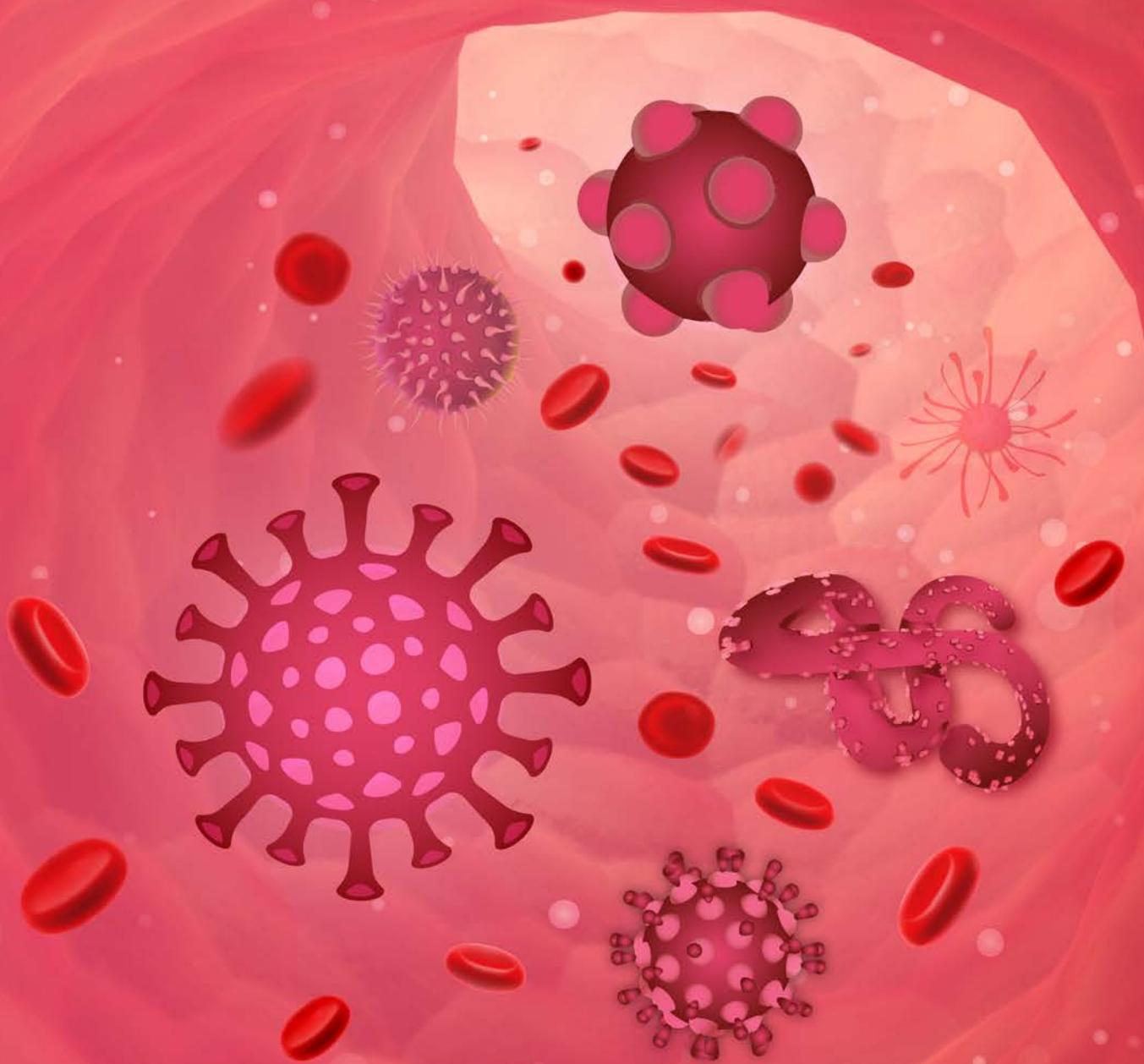




# IAEA BULLETIN

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA

La publicación emblemática del OIEA | Junio de 2020 | [www.iaea.org/bulletin](http://www.iaea.org/bulletin)



## Enfermedades infecciosas

Equipos esenciales de detección que ayudan a los países a combatir la COVID-19, pág. 6

Capacitados y equipados para combatir las enfermedades animales y zoonóticas, pág. 18

Lucha contra la malaria, el dengue y el Zika mediante tecnología nuclear, pág. 22



El BOLETÍN DEL OIEA  
es una publicación  
de la Oficina de Información al Público  
y Comunicación (OPIC)  
Organismo Internacional de Energía Atómica  
Vienna International Centre  
PO Box 100, 1400 Viena, Austria  
Teléfono: (43-1) 2600-0  
[iaeabulletin@iaea.org](mailto:iaeabulletin@iaea.org)

Editora jefa: Nicole Jawerth  
Editor: Miklos Gaspar  
Diseño y producción: Ritu Kenn

El BOLETÍN DEL OIEA puede consultarse en línea en  
[www.iaea.org/bulletin](http://www.iaea.org/bulletin)

Podrá reproducirse libremente parte del material del OIEA contenido en el *Boletín del OIEA* siempre que se cite su fuente. En caso de que el material que quiera volverse a publicar no sea de la autoría de un miembro del personal del OIEA, deberá solicitarse permiso al autor o a la organización que lo haya redactado, salvo cuando se trate de una reseña.

Las opiniones expresadas en los artículos firmados que figuran en el *Boletín del OIEA* no representan necesariamente las del Organismo Internacional de Energía Atómica y este declina toda responsabilidad al respecto.

Portada: OIEA

Síganos en:



IAEA

La misión del Organismo Internacional de Energía Atómica es evitar la proliferación de las armas nucleares y ayudar a todos los países, especialmente del mundo en desarrollo, a sacar provecho de los usos de la ciencia y la tecnología nucleares con fines pacíficos y en condiciones de seguridad tecnológica y física.

El OIEA, creado en 1957 como organismo independiente de las Naciones Unidas, es la única organización del sistema de las Naciones Unidas especializada en tecnología nuclear. Por medio de sus laboratorios especializados, únicos en su clase, transfiere conocimientos y competencias técnicas a sus Estados Miembros en esferas como la salud humana, la alimentación, el agua, la industria y el medio ambiente.

El OIEA, que, además, proporciona una plataforma mundial para el fortalecimiento de la seguridad física nuclear, ha creado la *Colección de Seguridad Física Nuclear*, cuyas publicaciones ofrecen orientaciones a ese respecto que gozan del consenso internacional. La labor del OIEA se centra igualmente en ayudar a reducir al mínimo el riesgo de que los materiales nucleares y otros materiales radiactivos caigan en manos de terroristas y criminales o de que las instalaciones nucleares sean objeto de actos dolosos.

Las normas de seguridad del OIEA proporcionan un sistema de principios fundamentales de seguridad y reflejan un consenso internacional sobre lo que constituye un alto grado de seguridad para proteger a la población y el medio ambiente contra los efectos nocivos de la radiación ionizante. Esas normas han sido elaboradas pensando en que sean aplicables a cualquier tipo de instalación o actividad nuclear destinada a fines pacíficos, así como a las medidas protectoras encaminadas a reducir los riesgos radiológicos existentes.

Mediante su sistema de inspecciones, el OIEA también verifica que los Estados Miembros utilicen los materiales e instalaciones nucleares exclusivamente con fines pacíficos, conforme a los compromisos contraídos en virtud del Tratado sobre la No Proliferación de las Armas Nucleares y otros acuerdos de no proliferación.

La labor del OIEA es polifacética y se realiza, con participación de muy diversos asociados, a escala nacional, regional e internacional. Los programas y presupuestos del OIEA se establecen mediante decisiones de sus órganos rectores: la Junta de Gobernadores, compuesta por 35 miembros, y la Conferencia General, que reúne a todos los Estados Miembros.

El OIEA tiene su sede en el Centro Internacional de Viena y cuenta con oficinas sobre el terreno y de enlace en Ginebra, Nueva York, Tokio y Toronto. Además, tiene laboratorios científicos en Mónaco, Seibersdorf y Viena. Por otra parte, proporciona apoyo y financiación al Centro Internacional de Física Teórica "Abdus Salam", en Trieste (Italia).

# Evitar y prevenir los brotes de enfermedades infecciosas

Rafael Mariano Grossi, Director General, OIEA

La COVID-19 ha sido un doloroso recordatorio de las consecuencias mortales y perturbadoras que puede llegar a tener una enfermedad. El OIEA ha dedicado una cantidad considerable de energía y recursos a ayudar a los países a responder a la pandemia, trabajando estrechamente con asociados internacionales clave. Nuestra labor se ha centrado en la utilización de técnicas nucleares y de base nuclear para la detección y el diagnóstico del virus.

Pronto vi con claridad que proceder de forma poco sistemática frente a la COVID-19, y frente a futuros brotes de enfermedades zoonóticas (las que se transmiten de los animales a los seres humanos), sería ineficaz. Por este motivo, en junio de 2020 puse en marcha la iniciativa ZODIAC (acrónimo de **Z**Oonotic **D**isease **I**ntegrated **A**Ction, Medidas Integradas contra las Enfermedades Zoonóticas) del OIEA para fortalecer las capacidades de los países de detección temprana, diagnóstico, prevención y control de brotes de enfermedades zoonóticas. El objetivo de esta iniciativa es agrupar todas las capacidades que tiene el OIEA en relación con las enfermedades zoonóticas y ámbitos conexos en un paquete para subsanar las deficiencias que afrontan muchos países en términos de conocimientos técnicos especializados y equipo. Esta plataforma unificada ayudará al mundo a evitar y prevenir los brotes de enfermedades zoonóticas y a proteger la salud y el bienestar de miles de millones de personas (página 5). Estoy invitando a asociados clave como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) a que se sumen a nuestra iniciativa.

Más de 120 países recurrieron al OIEA en busca de asistencia para hacer frente al virus, y nosotros respondimos. Montamos la que es nuestra mayor operación de asistencia hasta la fecha, y enviamos cientos de remesas con equipo esencial para hacer pruebas y de protección por todo el mundo (página 6). El OIEA proporcionó conocimientos especializados sobre el diagnóstico y la detección de la COVID-19 mediante imagenología médica (página 12) y una de las más rápidas y precisas pruebas de diagnóstico existentes: la reacción en cadena de la polimerasa con transcripción inversa (RT-PCR) (página 8). El OIEA y sus asociados también han prestado apoyo a los profesionales de la salud por medio de asesoramiento acreditado (página 15).

En esta edición del *Boletín del OIEA* encontrará información sobre las enfermedades infecciosas en general (página 4) y sobre cómo trabajan los países con el OIEA a fin de crear capacidad propia para hacerles frente (página 18). En Sierra Leona, por ejemplo, los especialistas están aprovechando los conocimientos especializados del OIEA para detectar la infección por el virus del Ébola

en los murciélagos (página 20). En América Latina y el Caribe, el apoyo del OIEA está ayudando a los países a combatir la malaria, el dengue y el zika, así como los mosquitos que propagan estas devastadoras enfermedades (página 22).



Controlar las enfermedades animales puede ayudar a proteger el ganado, las comunidades y economías enteras. La ciencia nuclear ya ha ayudado a países como Bulgaria (página 26) y Viet Nam (página 25) a reforzar la seguridad alimentaria y el comercio de alimentos. Gracias a una campaña de vacunación en la que se utilizaron técnicas de base nuclear, la fiebre aftosa está actualmente bajo control en Marruecos (página 28). Los avances registrados en relación con las vacunas irradiadas para animales también están abriendo nuevas posibilidades en Etiopía (página 30).

El OIEA no trabaja de manera aislada. La cooperación con asociados como la OMS, la FAO y la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) es fundamental. Durante la pandemia de COVID-19, el OIEA pasó a formar parte del Equipo de Gestión de Crisis de las Naciones Unidas para la COVID-19, al frente del cual está la OMS. Las iniciativas del OIEA también han contado con el apoyo de las contribuciones de los países, así como de Takeda Pharmaceutical Company Limited, del sector privado.

El OIEA tiene la firme determinación de hacer todo lo posible por ayudar al mundo a responder mediante la ciencia y la tecnología nucleares a los grandes desafíos relacionados con la salud humana y animal en los próximos años.



(Fotografías: OIEA)

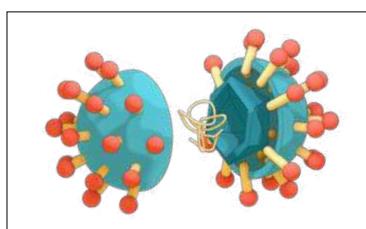


Boletín del OIEA, junio de 2020 | 1

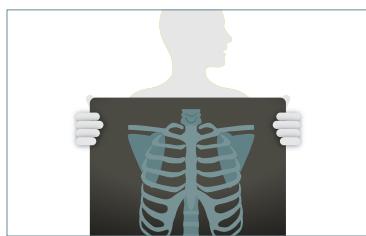
- 1 Evitar y prevenir los brotes de enfermedades infecciosas**
- 4 Enfermedades infecciosas y cómo pueden ayudar las ciencias nucleares**



- 6 Equipos esenciales de detección que ayudan a los países a combatir la COVID-19**



- 8 Detección del virus de la COVID-19 mediante la RT-PCR en tiempo real**



- 12 Una ventana abierta al interior del cuerpo y la COVID-19**  
La imagenología médica durante la pandemia mundial



- 15 Superar las incógnitas de la COVID-19**



- 18 Capacitados y equipados para combatir las enfermedades animales y zoonóticas**



- 20 Sierra Leona: a la caza de virus con ayuda de la tecnología nuclear**



**22 Lucha contra la malaria, el dengue y el Zika mediante tecnología nuclear**



**25 Las autoridades de Viet Nam controlan la propagación de la peste porcina africana mediante técnicas nucleares**



**26 Bulgaria frena la propagación de una enfermedad animal con la ayuda del OIEA y la FAO**



**28 Marruecos controla la fiebre aftosa con la ayuda de métodos nucleares**



**30 La irradiación de vacunas veterinarias mantiene sanos a los animales de Etiopía y contribuye a las exportaciones y a la seguridad alimentaria**

Panorama mundial

**32 Necesitamos una respuesta mundial a la amenaza de pandemia**

— Maria Helena Semedo

**34 La victoria mundial contra la COVID-19 requiere asociaciones creativas**

— Takako Ohayabu

Noticias del OIEA

**36 Noticias del OIEA**

**40 Publicaciones**

# Enfermedades infecciosas y cómo pueden ayudar las ciencias nucleares

Nicole Jawerth

Las enfermedades infecciosas son trastornos de salud causados por patógenos: bacterias, virus u otros microorganismos, como parásitos u hongos. Tras invadir el cuerpo, los patógenos se multiplican y trastornan la manera en que este funciona.

Los tipos y la gravedad de los síntomas de enfermedad dependen de los patógenos y del huésped, a saber, una persona o un animal. En el caso de la COVID-19, por ejemplo, algunas personas no muestran signos ni síntomas o solo algunos suaves, como fatiga y dolor corporal; pero otras experimentan síntomas agudos y debilitantes que, en algunos casos, pueden llevar a la muerte.

Las enfermedades infecciosas están causadas por patógenos que pueden propagarse de una persona a otra, de un animal a otro o de un animal a una persona. También pueden ser transmitidas por vectores; los vectores son organismos vivos, como los insectos, que son portadores y propagadores de patógenos.

Más del 60 % de las enfermedades infecciosas que actualmente afectan a los seres humanos tienen su origen en animales. Los científicos han comprobado que más del 75 % de las nuevas enfermedades animales son zoonóticas —enfermedades e infecciones que pasan de los animales a las personas—. Cada año, alrededor de 2600 millones de personas padecen enfermedades zoonóticas y casi 3 millones mueren a causa de estas. Algunas de las enfermedades zoonóticas más ampliamente conocidas son el ébola, el síndrome respiratorio agudo severo (SARS) y la COVID-19.

## Emergen, reemergen, se propagan

Las enfermedades infecciosas, que se desplazan junto con las personas y los animales sin consideración de fronteras, representan una amenaza persistente. Pueden surgir enfermedades o cepas de patógenos nuevas, y

las antiguas pueden desaparecer solo para reemergir más tarde. Algunas enfermedades y patógenos tienen varias cepas o variaciones. Dado que las enfermedades evolucionan constantemente, la ciencia y la medicina también tienen que mantenerse en evolución.

Cuando sobreviene una enfermedad, esta afecta la salud humana o la salud animal, y puede dañar los medios de vida y perjudicar la economía. Los efectos suelen dejarse sentir de manera desproporcionada en los grupos vulnerables, como los niños, los pobres, los mayores y las personas inmunodeficientes. Una abrumadora mayoría de las víctimas de enfermedades infecciosas está en los países en desarrollo, especialmente en comunidades empobrecidas.

La probabilidad de emergencia, reemergencia y propagación de enfermedades infecciosas entre los seres humanos es mayor ahora que nunca antes. La globalización, el crecimiento demográfico y la urbanización comportan que las personas cambien más de sitio y vivan más cerca unas de otras, mientras que la deforestación, el cambio climático, la migración y la industria ganadera van reduciendo las barreras entre las personas y los animales, lo cual hace que el riesgo de brotes de enfermedades zoonóticas vaya en aumento.

El tratamiento de las enfermedades infecciosas también se ha vuelto más problemático debido a la mayor resistencia a los antibióticos de algunos patógenos, la reemergencia de enfermedades prevenibles mediante vacunas y los patógenos nuevos para los que no se dispone de vacunas o tratamientos. Muchos países no están dotados del equipo para diagnosticar con exactitud esas infecciones de manera temprana, aumentando así el riesgo de que se propaguen.

## Prevenir, detectar, evitar

La detección temprana es clave para mitigar la propagación de las infecciones y evitar que se produzcan brotes

## Glosario

**Endémico(a):** presente de manera habitual en una zona determinada o entre una comunidad determinada.

**Enfermedad infecciosa:** enfermedad causada por patógenos, como bacterias, virus, parásitos u hongos, que puede propagarse de una persona a otra o de un animal a una persona.

**Patógeno:** bacteria, virus u otro microorganismo, como un parásito o un hongo, que puede causar una enfermedad.

**Vector:** organismo vivo, por ejemplo un insecto, que es portador y transmisor de patógenos.

**Transmisión vectorial:** transmisión por vectores.

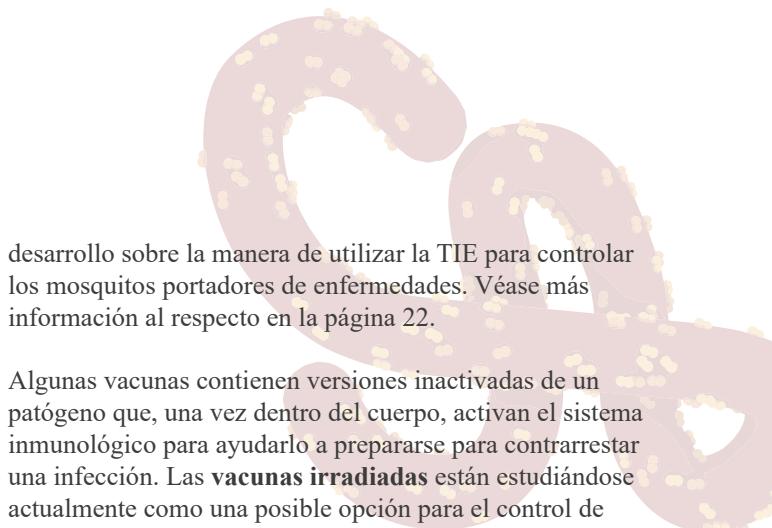
**Zoonóticas:** dícese de las enfermedades e infecciones que se transmiten de los animales a los seres humanos.

epidémicos. Las técnicas nucleares y de base nuclear son instrumentos fiables que pueden ayudar a investigar, prevenir, detectar y contener los brotes de enfermedades animales y zoonóticas.

Una de las pruebas de diagnóstico en laboratorio de mayor precisión y más ampliamente utilizada es la **reacción en cadena de la polimerasa con transcripción inversa en tiempo real (RT-PCR en tiempo real)**. Este método de base nuclear se emplea para detectar la presencia de material genético específico de un patógeno, como un virus. Se puede hacer el diagnóstico verificando la presencia de material genético del patógeno en una muestra tomada a un paciente o a un animal. Véase en la página 8 una explicación paso a paso de cómo funciona este método y cómo se utiliza para detectar la COVID-19.

En sus primeras fases, algunas enfermedades muestran pocos o ningún síntoma e incluso podrían confundirse con otros trastornos de salud. La **imagenología médica**, como la radiología y la medicina nuclear, se pueden utilizar para diagnosticar una enfermedad rápidamente y con exactitud, así como para hacer su seguimiento, lo que aumenta las posibilidades de controlar su propagación. Véase en la página 12 más información sobre la imagenología de diagnóstico y cómo se utiliza para la COVID-19.

Un método de base nuclear para controlar la natalidad de los insectos, la **técnica del insecto estéril (TIE)**, puede ayudar a prevenir, controlar y posiblemente incluso detener la propagación de ciertas enfermedades de transmisión vectorial. Actualmente hay en curso actividades de investigación y



desarrollo sobre la manera de utilizar la TIE para controlar los mosquitos portadores de enfermedades. Véase más información al respecto en la página 22.

Algunas vacunas contienen versiones inactivadas de un patógeno que, una vez dentro del cuerpo, activan el sistema inmunológico para ayudarlo a prepararse para contrarrestar una infección. Las **vacunas irradiadas** están estudiándose actualmente como una posible opción para el control de enfermedades. La radiación puede inactivar un patógeno sin afectar su estructura. Véase en la página 30 más información sobre las vacunas irradiadas para luchar contra las enfermedades animales.

El OIEA posee una experiencia de décadas en prestar apoyo a los países para que estos creen su propia capacidad en cuanto a detectar y caracterizar patógenos de manera temprana y a diagnosticar las enfermedades con rapidez y exactitud, tratarlas y prevenirlas. Esta labor de asistencia, a menudo realizada con asociados como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), ha sido una importante contribución para ayudar a controlar los brotes de enfermedades infecciosas tanto entre los animales como entre las personas.

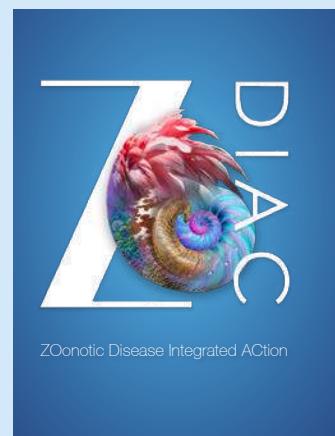
## ZODIAC

### La senda más allá de la pandemia de COVID-19

En junio de 2020, el OIEA puso en marcha la iniciativa denominada **ZODIAC** (acrónimo de **Z**Oonotic **D**isease **I**ntegrated **A**Ction, Medidas Integradas contra las Enfermedades Zoonóticas) para fortalecer las capacidades de los países de detección temprana, diagnóstico, prevención y control de brotes de enfermedades zoonóticas. La iniciativa está concebida como un plan sistemático y holístico de carácter intersectorial y multidisciplinario, e integra medidas de asistencia en caso de emergencia, comprendido un equipo de respuesta, para hacer frente a los patógenos zoonóticos conocidos y a los nuevos. La finalidad de la iniciativa ZODIAC es ayudar a los países a prevenir y evitar los brotes de enfermedades zoonóticas y a prepararse para ellos, así como proteger el bienestar, los medios de vida y la situación socioeconómica de miles de millones de personas de todo el mundo.

Las técnicas nucleares y de base nuclear son herramientas probadas y fiables que desempeñan una función de importancia crucial en la investigación, detección, prevención y contención de brotes de enfermedades zoonóticas. Como organización basada en la ciencia, el OIEA, en colaboración con sus asociados, se halla en una posición única para desarrollar, coordinar y ejecutar eficazmente la iniciativa ZODIAC y para prestar apoyo a los países a fin de fortalecer su resiliencia a las enfermedades zoonóticas. Posee dilatada experiencia en ayudar a atajar las enfermedades animales y las enfermedades zoonóticas y cuenta con un laboratorio específico así como con una amplia red de laboratorios veterinarios asociados en todo el mundo.

En la iniciativa ZODIAC se sacará partido de la cooperación del OIEA con asociados como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, la Organización Mundial de la Salud y la Organización Mundial de Sanidad Animal.



# Equipos esenciales de detección que ayudan a los países a combatir la COVID-19

Luciana Viegas



Preparación de una muestra para una prueba de detección de la COVID-19. (Fotografía: D. Calma/OIEA)

A principios de 2020, por conducto del mayor proyecto de cooperación técnica en la historia del OIEA, se hizo llegar a países de todo el mundo equipos esenciales para detectar el virus de la COVID-19. Con la participación de más de 140 países, esta labor de asistencia es parte de la respuesta en curso que presta el OIEA a los países que solicitan apoyo para controlar el brote mundial de COVID-19. Además, varios países, en señal de su sólido apoyo a la iniciativa, han anunciado contribuciones extrapresupuestarias importantes a la ayuda que presta el OIEA para atajar la pandemia.

“Esta oportuna ayuda del OIEA ha sido crucial para reforzar nuestras capacidades de detectar el virus de la COVID-19”, afirma Susana Petrick, Presidenta del Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN). “Aunque reaccionamos prontamente reconociendo la amenaza y tomando medidas, sabíamos que debíamos incrementar rápidamente nuestra capacidad de detección temprana del virus. El equipo y los reactivos proporcionados por el OIEA contribuyeron a incrementar nuestra capacidad de procesar las pruebas y, en última instancia, de proteger a la población.”

La COVID-19 es una enfermedad causada por un nuevo coronavirus, notificado por primera vez en diciembre de 2019; tras su rápida propagación por todo el mundo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) calificó el brote de pandemia mundial en marzo de 2020.

“El personal del OIEA está esforzándose por que este equipo crucial llegue tan pronto como sea posible allí donde más se necesita”, afirmó el Director General del OIEA, Rafael Mariano Grossi, en marzo de 2020, poco después de que se declarase la pandemia de COVID-19. “Proporcionar esa asistencia a los países es prioridad absoluta para el OIEA.”

En apoyo de los esfuerzos por combatir la enfermedad, se han remitido a docenas de laboratorios de África, América Latina y el Caribe, Asia y Europa máquinas y kits de diagnóstico, así como reactivos y material fungible de laboratorio, con el fin de imprimir velocidad a las pruebas nacionales, que son parte fundamental de la contención de los brotes. En los envíos también se incluyó material de bioseguridad, como equipos de protección personal y cabinas de laboratorio para el análisis seguro de las muestras recogidas.

“Este equipo mejora y acelera nuestros procesos de trabajo actuales, en especial las pruebas de detección del virus de la COVID-19”, afirma Maja Travar, Directora del Departamento de Microbiología Clínica del Centro Clínico Universitario de la República Srpska, en Banja Luka (Bosnia y Herzegovina). “Dado que la mayor parte de los casos de positivos en el país están hospitalizados en nuestra institución, este envío es de gran importancia. Ahora podemos aumentar nuestra capacidad de detección y nuestro nivel de bioseguridad, lo cual es de importancia capital para ofrecer a nuestros pacientes distintos servicios a la vez que protegemos a nuestro personal.”

### Pruebas de diagnóstico

El OIEA, en colaboración con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), también ha facilitado orientación a los países para la detección del virus de la COVID-19 por conducto de la Red de Laboratorios de Diagnóstico Veterinario (Red VETLAB), que es una red de laboratorios veterinarios de África y Asia (véase la página 19). En las actuaciones de apoyo se han suministrado procedimientos operacionales normalizados para detectar el virus de acuerdo con las recomendaciones de la OMS.

Asimismo, el OIEA ha participado en el Equipo de Gestión de Crisis de las Naciones Unidas para la COVID-19 (CMT), al frente del cual está la OMS, que se creó en febrero de 2020 a raíz de la activación de la Política de Gestión de Crisis de las Naciones Unidas. El CMT, que está integrado por representantes de alto nivel de 23 organismos y organizaciones del sistema de las Naciones Unidas, se ha reunido semanalmente para comunicar información clave, analizar cuestiones incipientes y establecer prioridades entre ellas, así como para coordinar estrategias, decisiones sobre políticas y planes y acordar medidas conjuntas dirigidas a optimizar la respuesta de las Naciones Unidas a la pandemia mundial de COVID-19. Además de sus reuniones y comunicaciones periódicas, el CMT colabora en otros esfuerzos de coordinación creados para hacer frente al brote y dedica líneas de trabajo a temas relacionados con la pandemia, entre ellos, la sanidad, los viajes y el comercio, la planificación de medidas nacionales, la gestión de la cadena de suministro esencial y la comunicación externa.

El OIEA presta a los países su asistencia para hacer frente a la COVID-19 por conducto de su programa de cooperación técnica, que promueve la aplicación de la tecnología nuclear con fines pacíficos en esferas como la salud humana y animal.

Además de sus propios recursos, el OIEA ha destinado fondos extrapresupuestarios para prestar ayuda de emergencia contra la COVID-19. Los países donantes siguen aportando al OIEA fondos extrapresupuestarios para este fin y, a principios de mayo de 2020, las contribuciones superaban los 15,5 millones de euros. La financiación se efectuó por conducto de la Iniciativa del OIEA sobre los Usos Pacíficos.

“El OIEA se enorgullece de su capacidad para responder rápidamente a las crisis, como hicimos no hace tanto con los virus del Ébola, el Zika y la fiebre porcina africana”, señaló el Sr. Grossi en una declaración a la Junta de Gobernadores reunida a principios de marzo de 2020. “Contribuir a los esfuerzos internacionales para hacer frente al coronavirus seguirá figurando entre mis prioridades mientras persista el brote”.

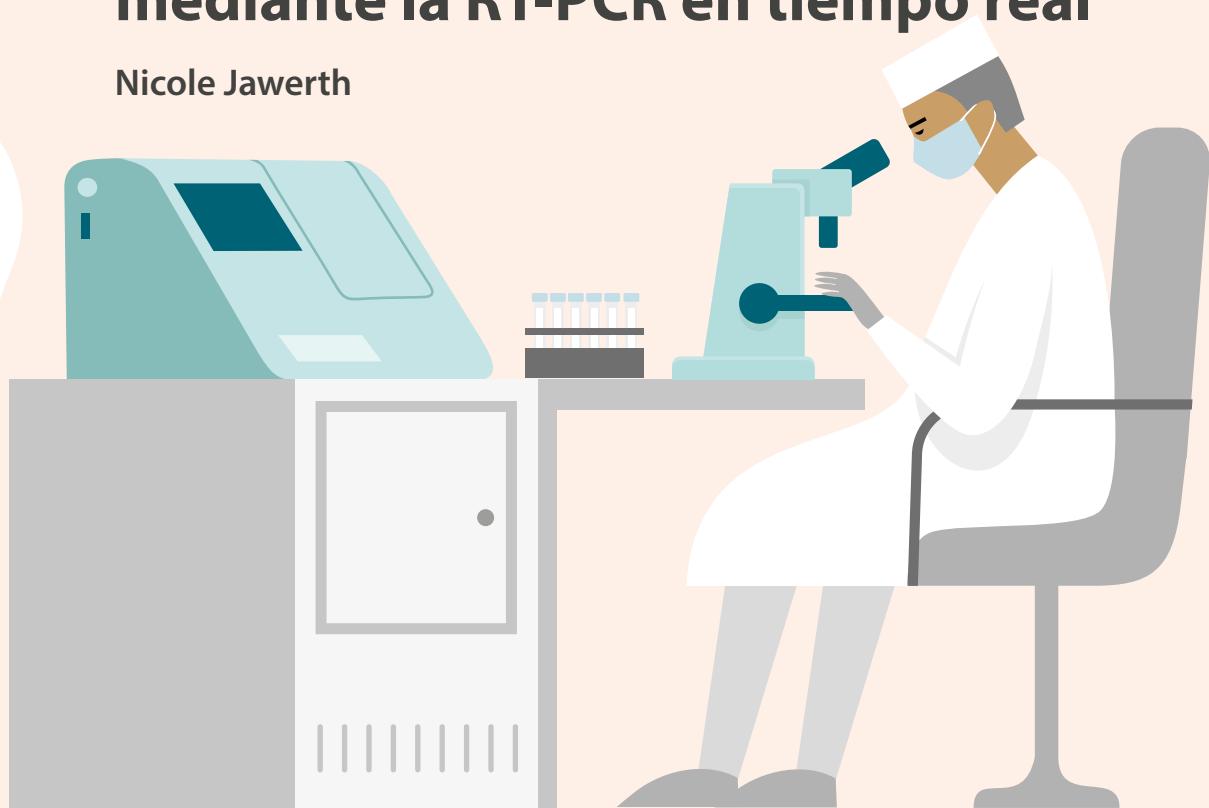
La infraestructura de pruebas creada gracias a la ayuda de emergencia prestada por el OIEA para atajar la COVID-19 también servirá a los países para hacer frente en adelante a otras enfermedades animales y zoonóticas, lo que forma parte de los esfuerzos más amplios del OIEA por prestar apoyo a los países en la prevención, manejo y previsión de brotes de enfermedades.



**Evaluación de los resultados de una prueba diagnóstica RT-PCR de COVID-19.** (Fotografía: D. Calma/OIEA)

# Detección del virus de la COVID-19 mediante la RT-PCR en tiempo real

Nicole Jawerth



Mientras el coronavirus que provoca la COVID-19 se propaga por todo el mundo, el OIEA, en colaboración con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), ofrece su apoyo y sus conocimientos especializados para ayudar a los países a utilizar la reacción en cadena de la polimerasa con transcripción inversa en tiempo real (RT-PCR en tiempo real), uno de los métodos de laboratorio más rápidos y exactos para detectar, seguir y estudiar el virus de la COVID-19.

Pero ¿qué es la RT-PCR en tiempo real? ¿Cómo funciona? ¿En qué se diferencia de la PCR? ¿Qué relación guarda con la tecnología nuclear? A continuación, encontrará información resumida práctica al respecto, así como un repaso sobre los virus y la genética.

## ¿Qué es la RT-PCR en tiempo real?

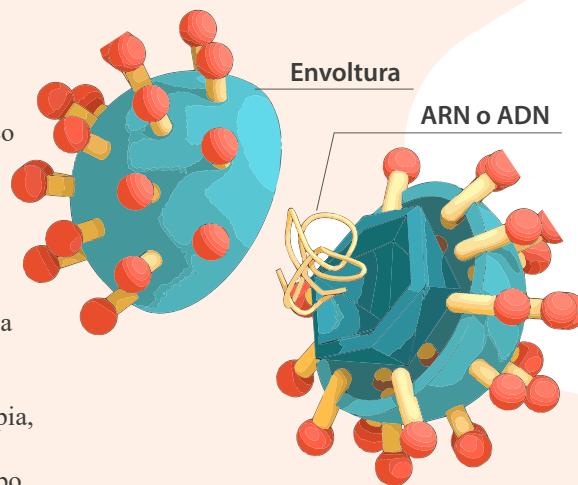
La RT-PCR en tiempo real es un método nuclear que detecta la presencia de material genético específico de patógenos, como los virus. Inicialmente, el método utilizaba marcadores de isótopos radiactivos para detectar materiales genéticos específicos pero, tras la incorporación de mejoras, el marcado isotópico se ha sustituido por marcadores especiales, que suelen ser colorantes fluorescentes. A diferencia de la RT-PCR convencional, que solo arroja resultados al final del proceso, esta técnica permite a los científicos observar los resultados de manera casi inmediata mientras el proceso sigue en curso.

La RT-PCR en tiempo real es uno de los métodos de laboratorio más utilizados para detectar el virus de la COVID-19. Aunque numerosos países la hayan utilizado para diagnosticar otras enfermedades, como el ébola o el Zika, muchos necesitan ayuda para adaptar el método al virus de la COVID-19 y para aumentar sus capacidades nacionales de realizar pruebas.

## ¿Qué son los virus?

### ¿Qué es el material genético?

Los virus son conjuntos microscópicos de material genético con envoltura molecular. Ese material genético puede ser, o bien ácido desoxirribonucleico (ADN), o ácido ribonucleico (ARN).



El **ADN** es una molécula bicatenaria presente en todos los organismos, como los animales, las plantas y los virus, que contiene el código genético, o esquema, de la forma en que esos organismos se crean y desarrollan.

El **ARN** suele ser una molécula monocatenaria que copia, transcribe y transmite partes del código genético a las proteínas para que estas puedan sintetizar y llevar a cabo funciones que hacen que los organismos sigan viviendo y desarrollándose. Esas actividades de copiar, transcribir y transmitir incumben a distintas variaciones del ARN.

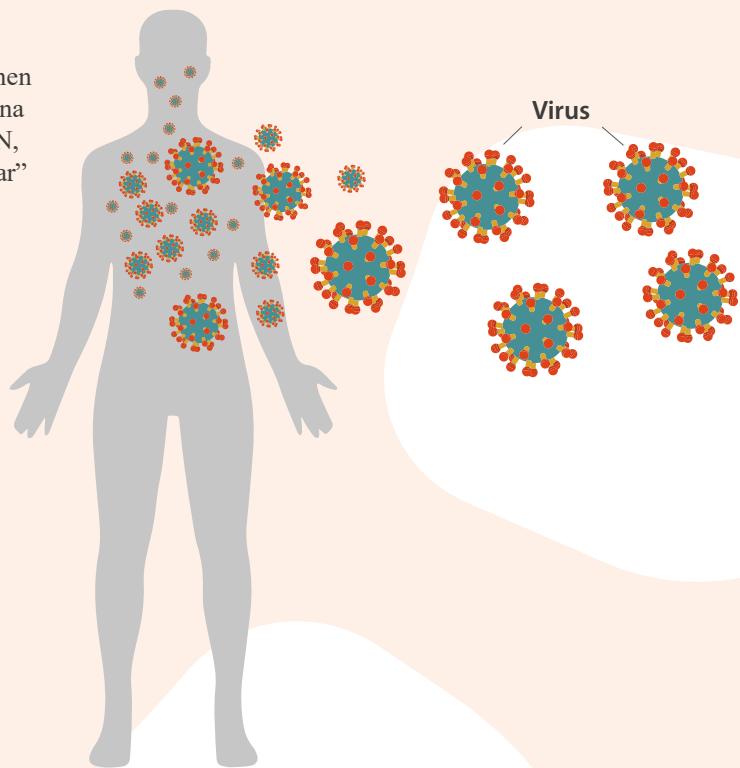


Algunos virus como el coronavirus SARS-CoV2, que provoca la COVID-19, contienen únicamente ARN, lo que significa que tienen que infiltrarse en células sanas para multiplicarse y sobrevivir. Una vez en la célula, el virus utiliza su propio código genético —ARN, en el caso del virus de la COVID-19— para controlar y “reprogramar” las células y conseguir que estas fabriquen el virus.

Para la pronta detección en el organismo de virus como el que causa la COVID-19 mediante la RT-PCR en tiempo real, los científicos tienen que convertir el ARN en ADN, proceso denominado “transcripción inversa”. Esto es necesario porque únicamente el ADN puede copiarse —o amplificarse—, lo que es parte fundamental del proceso de RT-PCR en tiempo real utilizado para la detección de virus.



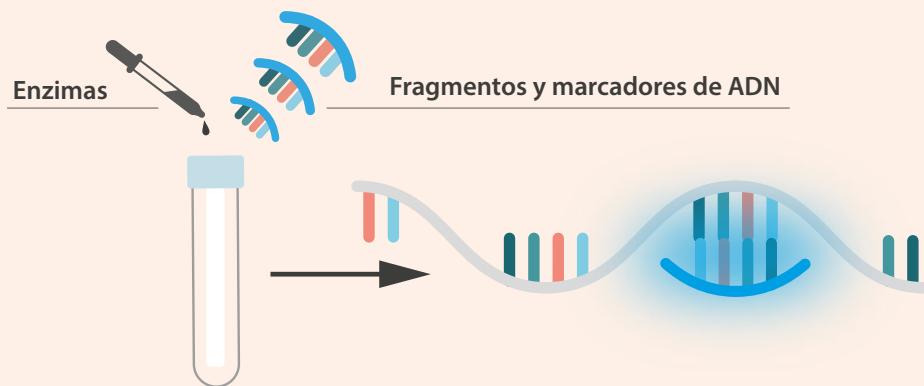
Los científicos amplifican una parte concreta del ADN vírico transcripto cientos de miles de veces. La importancia de la amplificación reside en que, en vez de intentar encontrar una cantidad minúscula del virus entre millones de cadenas de información genética, los científicos disponen de una cantidad de ADN vírico suficiente para confirmar con exactitud la presencia del virus.



## ¿Cómo funciona la RT-PCR en tiempo real con el virus de la COVID-19?

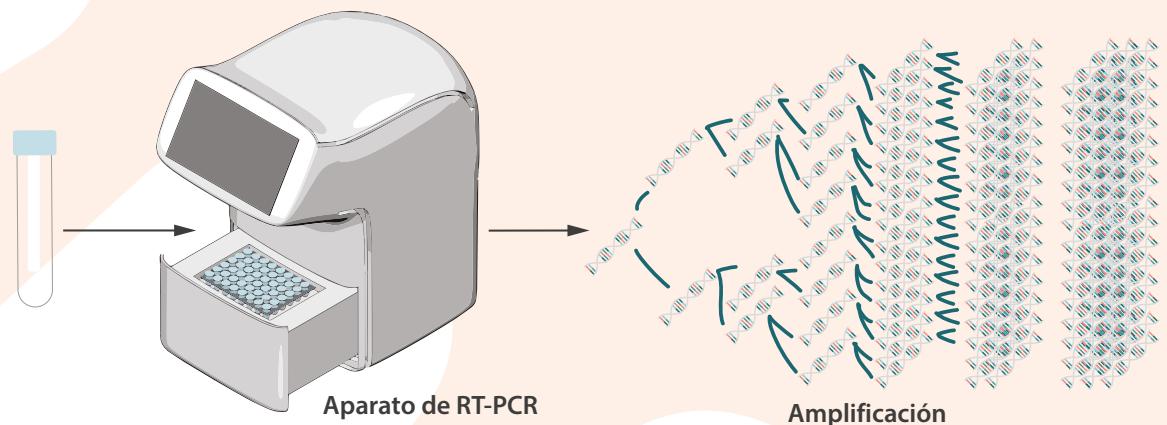
Se toma una muestra de una parte del cuerpo donde se acumula el virus de la COVID-19, por ejemplo, la nariz o la garganta; se le aplican diversas soluciones químicas para eliminar ciertas sustancias, como las proteínas y las grasas, y extraer solo el ARN de la muestra. Este extracto de ARN consiste en una mezcla del material genético de la persona y, de estar presente, del ARN del virus.

Se procede a la transcripción inversa del ARN para convertirlo en ADN mediante una enzima específica. A continuación, los científicos añaden pequeños fragmentos adicionales de ADN que complementan determinadas partes del ADN vírico transcrita. De estar el virus presente en la muestra, esos fragmentos se adhieren a partes específicas del ADN vírico. Algunos de los fragmentos genéticos añadidos se emplean para crear la cadena de ADN durante la amplificación, y otros para producir ADN y añadir marcadores a las cadenas, que se utilizan posteriormente para detectar el virus.



A continuación, se introduce esa combinación en un aparato de RT-PCR donde se somete a ciclos de calor frío para provocar determinadas reacciones químicas que dan lugar a nuevas copias idénticas de partes específicas del ADN vírico. Esos ciclos se repiten una y otra vez para seguir copiando las partes específicas del ADN vírico. En cada uno de ellos se duplican las cantidades: de dos copias se pasa a cuatro; de cuatro, a ocho, y así sucesivamente. Un sistema habitual de RT-PCR en tiempo real suele constar de 35 ciclos, es decir, que al final del proceso se habrán creado unos 35 000 millones de copias nuevas de las partes del ADN vírico de cada una de las cadenas del virus presentes en la muestra.

A medida que se producen nuevas copias de las partes del ADN vírico, los marcadores se acoplan a las cadenas de ADN y emiten una fluorescencia que la computadora del aparato medirá y presentará en tiempo real en la pantalla. La computadora hace seguimiento de la magnitud de la fluorescencia de la muestra tras cada ciclo. Cuando la fluorescencia supera un determinado nivel, se confirma la presencia del virus. Los científicos supervisan también el número de ciclos que se tarda en alcanzar ese nivel para determinar así la gravedad de la infección: cuanto menor sea el número de ciclos, más grave será la infección vírica.



## ¿Por qué utilizar la RT-PCR en tiempo real?

La RT-PCR en tiempo real es una técnica muy sensible y precisa que puede ofrecer un diagnóstico fiable en tan solo tres horas, aunque a los laboratorios les lleva entre seis y ocho horas de media. En comparación con otros métodos disponibles de aislamiento de virus, la RT-PCR en tiempo real es bastante más rápida y presenta menos posibilidades de contaminación o error, ya que todo el proceso puede llevarse a cabo en tubos cerrados.

De los métodos existentes, sigue siendo el más exacto para detectar el virus de la COVID-19.

Con todo, la RT-PCR en tiempo real no sirve para detectar infecciones superadas, información que resulta importante para comprender el desarrollo y propagación del virus, que solo está presente en el organismo durante un período determinado. Para detectar, seguir y estudiar infecciones pasadas, en particular las que han podido cursarse o propagarse de manera asintomática, se precisan otros métodos.

## ¿Qué es la PCR y en qué se diferencia de la RT-PCR en tiempo real?

La RT-PCR es una variante de la PCR, o reacción en cadena de la polimerasa. El proceso que emplean ambas técnicas es el mismo, con la excepción de que la RT-PCR añade un paso de transcripción inversa del ARN a ADN para permitir la amplificación. Esto significa que la PCR se utiliza para patógenos, como virus y bacterias, que ya contienen ADN susceptible de amplificación, mientras que la RT-PCR se emplea para los que contienen ARN que debe transcribirse a ADN antes de la amplificación. Ambas técnicas pueden aplicarse en “tiempo real”, lo que significa que los resultados son visibles casi de inmediato, mientras que, si se aplican “convencionalmente”, los resultados solo son visibles cuando concluye la reacción.

La PCR es una de las pruebas de diagnóstico más utilizadas para detectar patógenos (entre ellos, virus) causantes de enfermedades como el ébola, la peste porcina africana y la fiebre aftosa. Para detectar el virus de la COVID-19 se emplea la RT-PCR en tiempo real o convencional, puesto que ese virus contiene únicamente ARN.

*El OIEA, en colaboración con la FAO, lleva más de 20 años capacitando y equipando a expertos de todo el mundo para utilizar el método de la RT-PCR en tiempo real, en particular por conducto de su Red de Laboratorios de Diagnóstico Veterinario (VETLAB). Recientemente, esta técnica se ha utilizado también en el diagnóstico de otras enfermedades como el ébola, el Zika, el síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS), el síndrome respiratorio agudo severo (SRAS) y otras enfermedades zoonóticas y animales importantes. Las enfermedades zoonóticas son enfermedades animales que pueden contagiar también a las personas.*



# Una ventana abierta al interior del cuerpo y la COVID-19

## La imagenología médica durante la pandemia mundial

Nicole Jawerth



La obtención de imágenes de lo que sucede dentro del cuerpo de las personas está ayudando a los profesionales de la salud a evaluar y comprender mejor la COVID-19, una enfermedad causada por un coronavirus descubierto recientemente.

“El diagnóstico por imágenes es una ventana que permite ver el interior del cuerpo”, dice Olivier Pellet, radiólogo del OIEA. “Nos ha ayudado a detectar complicaciones como lesiones, neumonía o coágulos sanguíneos en los pulmones. Cada día aprendemos algo sobre el virus y sus efectos en el cuerpo humano al descubrir nuevos signos y síntomas relacionados con la COVID-19 que no habíamos visto con anterioridad, incluso en personas que, por lo demás, podrían parecer asintomáticas”.

La imagenología médica se viene utilizando en todo el mundo desde hace más de 100 años para diagnosticar y vigilar el curso de muchas alteraciones de la salud, como el cáncer, enfermedades infecciosas, cardiopatías y trastornos neurológicos, así como para ayudar en su tratamiento. Muchos países llevan decenios trabajando con el OIEA con el objetivo de crear y mantener sus servicios de medicina radiológica, entre ellos el diagnóstico por imágenes.

Existe toda una gama de técnicas de imagenología, pero los tres métodos más comúnmente usados para evaluar a los pacientes de COVID-19 son las radiografías torácicas, las tomografías computarizadas (TAC) torácicas y la ecografía pulmonar (véase más información sobre cada técnica en las páginas 13 y 14).

“Estas tres técnicas son complementarias y ofrecen opciones para evaluar cómo afecta la COVID-19 a los distintos órganos en las diferentes fases”, explica el Sr. Pellet. “La razón por la que se utilizan en la zona pulmonar y torácica es porque se sabe que uno de los primeros signos de COVID-19 son los síntomas respiratorios”.

Aunque el diagnóstico de la COVID-19 se basa en la identificación del virus mediante pruebas de laboratorio, como la reacción en cadena de la polimerasa con transcripción inversa (véase la página 8), la imagenología médica se usa comúnmente para evaluar a los pacientes en las distintas fases de la enfermedad, en particular en los casos moderados, graves o críticos.

### Perfeccionamiento y adaptación

Desde que se iniciara la propagación mundial de la COVID-19, a principios de 2020, los profesionales de la salud han tenido que adaptarse y mejorar la manera de usar esas técnicas a fin de que estén justificadas y sean adecuadas y seguras para diagnosticar la enfermedad.

Según el Sr. Pellet, “los radiólogos y otros especialistas en imagenología han tenido que decidir qué procedimientos utilizar para la COVID-19 y cuándo utilizarlos, cómo analizar y determinar con exactitud los síntomas de la enfermedad en las imágenes médicas, y cómo adaptar su trabajo para proteger al personal y a los pacientes de la infección sin dejar de prestar otros servicios de salud fundamentales y básicos”.

También han tenido que permanecer atentos para dar con el equilibrio justo, ya que la utilización de muy poca radiación hace que las imágenes sean poco claras, pero si se utiliza demasiada se pone al paciente en riesgo de recibir una dosis innecesaria de radiación. Igualmente, realizar más exploraciones de las requeridas implica una exposición innecesaria, pero si se hacen muy pocas se puede dejar de obtener información fundamental para ayudar a un paciente.

“Todo uso de la radiación en medicina debe estar justificado y optimizado para garantizar la eficacia de los procedimientos y preservar al mismo tiempo la seguridad de los pacientes y los trabajadores”, dice Miroslav Pinak, Director de la Sección de Seguridad y Monitorización Radiológicas del OIEA. “En una situación de pandemia, en que los procedimientos y flujos de trabajo normales se interrumpen, se debe prestar atención a seguir manteniendo un nivel alto de protección radiológica a la vez que se incorporan las medidas necesarias para reducir al mínimo la propagación y los efectos de la COVID-19”.

Para apoyar esos esfuerzos, el OIEA ha proporcionado a los profesionales de la salud una gran variedad de recursos, como seminarios web, artículos y documentos de orientación técnica, relacionados con la COVID-19 y con la radiología, la medicina nuclear y la protección radiológica. Véase más información al respecto en la página 15.

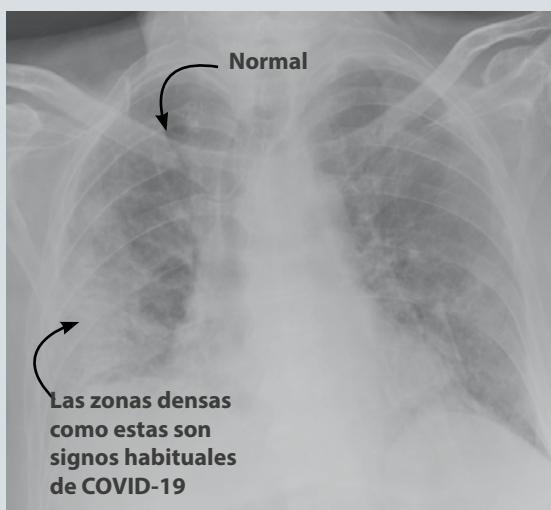
### Radiografía torácica

Los rayos X son un tipo de radiación con el que muchas personas están familiarizadas sobre todo por su empleo para diagnosticar fracturas óseas o examinar la dentadura.

Los profesionales de la salud pueden aprovechar la radiación de rayos X mediante un aparato de rayos X. Una vez colocado el paciente en el aparato, se pasa una dosis de rayos X cuidadosamente seleccionada por la parte del cuerpo que se desea examinar. Las partes del cuerpo que son más gruesas y densas, como los huesos, dejan pasar menos rayos X que las más blandas y finas. Conforme los rayos X salen por el otro lado del cuerpo, un detector especializado captura su patrón, con lo que se crea una imagen de las estructuras en el interior del cuerpo y sus cambios.

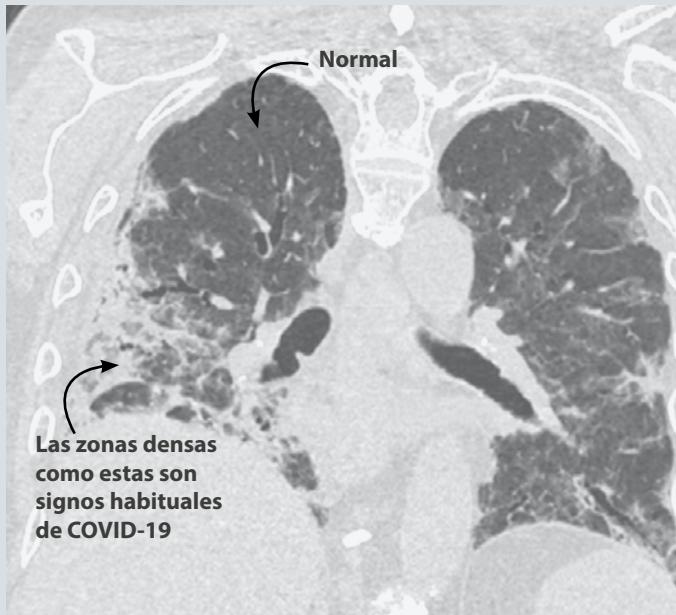
Para evaluar la COVID-19 se hace una radiografía del tórax de una persona al objeto de examinar el tejido pulmonar. Se hace a los pacientes que presentan síntomas respiratorios de COVID-19. Los rayos X se utilizan también para seguir el curso de la enfermedad y adoptar decisiones relativas al tratamiento y el seguimiento, como puede ser ingresar a un paciente en el hospital o pedir una tomografía computarizada para un paciente con síntomas graves.

“Dado que los centros de atención suelen disponer de aparatos de rayos X, muchos profesionales de la salud ya tienen acceso a esos instrumentos para ayudar a sus países a luchar contra la COVID-19”, afirma el Sr. Pellet. “Además, algunos aparatos de rayos X son portátiles, ligeros y fáciles de manejar y descontaminar, lo que resulta fundamental en una pandemia, sobre todo en las zonas triaje médico o en entornos hospitalarios provisionales”.



**Radiografía torácica de un paciente con neumonía por COVID-19. Se observan signos en ambos pulmones, especialmente el derecho.**

(Fotografía: L. Zanoni/División de Medicina Nuclear, Hospital Universitario Policlínico Sant'Orsola-Malpighi de Bolonia)



**TAC torácico de un paciente con neumonía por COVID-19. Ambos pulmones se encuentran afectados, especialmente el derecho.**

(Fotografía: L. Zanoni/División de Medicina Nuclear, Hospital Universitario Policlínico Sant'Orsola-Malpighi de Bolonia)

## TAC torácica

Una tomografía computarizada (TAC) es un conjunto de múltiples imágenes de rayos X. El aparato de TAC gira alrededor del paciente y envía rápidamente rayos X a través del cuerpo desde muchos ángulos. Un anillo de cientos de detectores especializados alrededor del cuerpo sigue el rastro del patrón de los rayos X. Este es luego procesado por la potente computadora del aparato para crear imágenes detalladas generadas a partir de cortes muy finos del cuerpo, de hasta 0,3 mm de ancho, a menudo en 3D. Para un TAC de tórax, que es la zona del cuerpo que se suele examinar para evaluar la COVID-19, se generan cientos de imágenes para abarcar toda la zona torácica.

Los aparatos de TAC son más sofisticados y caros que los de rayos X y no están tan fácilmente disponibles. Asimismo, descontaminarlos es más difícil y, según el Sr. Pellet, puede llevar más de 20 minutos. “Las TAC proporcionan información sumamente detallada y, para ello, utilizan más radiación que un aparato de rayos X. Por lo tanto, solo se deben usar cuando resulte adecuado para el paciente”.

## Ecografía

Los aparatos de ecografía utilizan ultrasonido —ondas sonoras de alta frecuencia— en lugar de radiación para crear una imagen. Una sonda conectada a un aparato de ecografía envía y recibe millones de ondas sonoras por segundo que atraviesan la zona del cuerpo que se desea explorar, la cual, en el caso de la COVID-19, suelen ser los pulmones. Cuando las ondas chocan contra un límite, por ejemplo entre un tejido blando y un fluido o entre un tejido blando y hueso, devuelven el eco a la sonda. Esta calcula la distancia y la intensidad del eco y convierte esa información en imágenes.

Los aparatos de ecografía son económicos y están más fácilmente disponibles que los de rayos X y TAC. Al ser pequeños, portátiles y fáciles de descontaminar se pueden utilizar con facilidad junto a las camas de los pacientes, en ambulancias o en situaciones de triaje. Como no entrañan radiación, también se pueden utilizar con más frecuencia sin plantear riesgos adicionales para los pacientes y los trabajadores sanitarios.

Dado que las imágenes ecográficas se visualizan de manera dinámica e instantánea en una pantalla, los profesionales de la salud capacitados para ello pueden evaluar a los pacientes al momento. La ecografía de pulmón es un buen punto de partida para evaluar a los pacientes que presenten síntomas respiratorios que podrían ser signos de COVID-19, ya que puede mostrar imágenes que indiquen con claridad la presencia de la enfermedad. No obstante,

como la ecografía de pulmón solo examina la periferia de los pulmones y depende del usuario, se hacen necesarias las imágenes concretas y detalladas que proporcionan las radiografías y las TAC torácicas para obtener un diagnóstico concluyente de COVID-19, así como para seguir y vigilar el curso de la enfermedad en los pacientes.



**Ecografía de pulmón de un paciente con neumonía por COVID-19.**

(Fotografía: C. Serra/División de Medicina Nuclear, Hospital Universitario Policlínico Sant'Orsola-Malpighi de Bolonia)



## Superar las incógnitas de la COVID-19

Nicole Jawerth

“No sabemos”, vienen afirmando innumerables médicos, científicos y responsables de formulación de políticas durante la pandemia mundial de la COVID-19. La enfermedad, causada por una forma de coronavirus antes desconocida, ha tomado el mundo por asalto y acarreado preguntas y problemas nuevos que los profesionales sanitarios se han esforzado por responder y superar, en muchos casos con apoyo del OIEA.

“Nuestros conocimientos evolucionan a diario a medida que siguen surgiendo nuevos síntomas y complicaciones”, dijo May Abdel-Wahab, Directora de la División de Salud Humana del OIEA. “A raíz de la rápida evolución de la pandemia, centros de radiología, medicina nuclear y radioterapia de todo el mundo han tenido que enfrentarse de repente a infecciones que se propagan, a un espectacular aumento de los ingresos de pacientes, a clínicas saturadas y a la escasez de personal y de equipo. Ha sido necesaria orientación de emergencia para hacer frente a los cambios en todos los niveles”.

Cuando comenzó la pandemia mundial a principios de 2020, el OIEA reconoció de inmediato la necesidad de orientación e información en relación con la COVID-19 y la manera de seguir prestando durante la pandemia, y en las singulares condiciones imperantes, servicios de medicina radiológica esenciales, por ejemplo de medicina nuclear, radiología y radioterapia, así como servicios de protección radiológica y de producción de radioisótopos.

“En vista de que la COVID-19 es una enfermedad nueva y los conocimientos son limitados, la pandemia ha venido rodeada de un alto grado de incertidumbre”, dijo la Sra. Abdel Wahab. “Hubo que modificar con urgencia prácticas médicas ordinarias para someter a los pacientes a triaje antes de emprender distintos procedimientos y para limitar la propagación de infecciones entre pacientes y trabajadores sanitarios, pero era limitada la información disponible sobre la manera de actuar en este tipo de entorno pandémico. Puede que algunos de los cambios en las prácticas a los que hoy asistimos se sigan aplicando después de la pandemia, y es probable que persistan a largo plazo”.

Tras sumarse rápidamente al intercambio mundial de información, el OIEA puso en marcha en marzo de 2020 una serie de seminarios web en varios idiomas que contaron con la participación de expertos y profesionales sanitarios de renombre y que, a junio de 2020, habían recibido casi 10 000 visitas en directo. Los seminarios web, celebrados en colaboración con distintas organizaciones<sup>1</sup>, se han centrado en la pandemia de la COVID-19 en relación con: las operaciones de los departamentos de medicina nuclear; la contribución de la radiología a la lucha contra la enfermedad; la preparación de los departamentos de radioterapia; los protocolos y la optimización de las dosis en las exploraciones por tomografía computarizada (TC) del pecho en el contexto de la COVID-19; las cadenas de suministro de radioisótopos de uso médico y radiofármacos; la esterilización mediante irradiación del equipo de protección individual; la reacción en cadena de la polimerasa con transcripción inversa para



(Fotografía: OIEA)

detectar el virus de la COVID-19; la protección radiológica de los trabajadores sanitarios, y servicios técnicos efectivos de vigilancia de las personas.

“Durante estos momentos difíciles, necesitábamos orientación sobre la manera de actuar y de seguir prestando servicios esenciales sin dejar de proteger a nuestro personal y nuestros pacientes disponiendo de información que era limitada y, en gran parte, de ámbito exclusivamente nacional”, afirmó Stefano Fanti, orador en varios seminarios web de la OIEA y Director de la División de Medicina Nuclear en el Policlínico Sant’Orsola-Malpighi de la Autoridad Hospitalaria de la Universidad de Bolonia, en Bolonia (Italia), ubicado en una de las regiones europeas más afectadas por la COVID-19. “La información aportada por expertos de todo el mundo por conducto de estos seminarios web ha sido muy útil en la medida en que ofrecía una perspectiva mundial. Los seminarios web también han suministrado orientación que inspiraba confianza con respecto a la manera de avanzar cuando se relajaran los confinamientos”.

Para muchos profesionales sanitarios los seminarios web han sido una vía importante para conectarse con expertos y aprender de ellos, además de llegar a comprender la manera de actuar ante la nueva situación.

“Durante el seminario web del OIEA tuvimos oportunidad de aprender directamente de expertos destacados y otros profesionales sanitarios a los que puede que, de otro modo, no hubiéramos tenido acceso directo. Ello nos ayudó a adaptar con rapidez nuestros servicios de radiología y a plantearnos la manera de hacer el mejor uso posible de la TC y otras técnicas de imagenología en relación con la COVID-19 y disminuir los riesgos para los pacientes y para el personal médico”, afirmó Jasmina Chabukovska-Radulovska, radióloga de Macedonia del Norte que participó en un seminario web del OIEA titulado “La COVID-19 y la exploración por tomografía computarizada (TC) del pecho: protocolo y optimización de las dosis”. La sesión, celebrada en abril de 2020, estuvo dedicada a la TC y otras técnicas de imagenología que se utilizan actualmente para evaluar y vigilar la COVID-19, así como a la manera de garantizar una selección óptima y apropiada de los parámetros y protocolos. En la página 12 puede obtenerse más información sobre la TC y otras técnicas de diagnóstico por imagen.

---

<sup>1</sup>Se organizaron y celebraron varios seminarios web del OIEA relacionados con la COVID-19 en colaboración con: Grupo Africano de Radioncología, Sociedad Americana de Cardiología Nuclear, Sociedad Americana de Radioncología, Asociación Médica Árabe contra el Cáncer, Sociedad Árabe de Medicina Nuclear, Federación de Medicina y Biología Nucleares en Asia y Oceanía, Consejo Cooperativo Regional Asiático para Medicina Nuclear, Asociación Ibero-Latinoamericana de Terapia Radiante Oncológica, Association de Radiothérapie et d’Oncologie de la Méditerranée, Sociedad Australiana y Neozelandesa de Medicina Nuclear, Sociedad Austriaca de Medicina Nuclear e Imagen Molecular,

“Al someter a más personas a exploraciones de diagnóstico por imagen, como la TC, en el contexto de la COVID-19, los pacientes y los trabajadores pueden correr mayor riesgo de exposición a la radiación y a la enfermedad. Esa circunstancia se ve exacerbada por la saturación de hospitales que han tenido que emprender estos procedimientos de maneras distintas o en entornos que en un principio no estaban pensados para ello, como instalaciones sanitarias temporales en gimnasios”, dijo Ola Holmberg, Jefe de la Dependencia del OIEA de Protección Radiológica de los Pacientes. “Abordando cuestiones relativas a las dosis, los protocolos e incluso la manera de mantener la higiene y trabajar en condiciones de estrés en el contexto de una pandemia, los trabajadores sanitarios tienen más posibilidades de velar por la eficacia de estos procedimientos de imagenología, que pueden salvar vidas al tiempo que resultan seguros para sus pacientes y para sí mismos”.

### Bolsa de información y directrices

A modo de complemento de sus seminarios web, el OIEA también ha examinado una amplia gama de recursos sobre la COVID-19 para departamentos de medicina radiológica y ha facilitado el acceso a ellos. Cabe mencionar al respecto una recopilación detallada de información revisada por homólogos sobre tres técnicas de diagnóstico por imagen: rayos X, exploraciones por TC y ultrasonido. La recopilación, publicada a principios de marzo en atención a solicitudes de trabajadores sanitarios de todo el mundo, explica el papel de cada técnica en el diagnóstico de la COVID-19 y ofrece ejemplos de cómo es habitual detectar la COVID-19 en exploraciones médicas en distintas fases de la enfermedad. En la página 12 puede obtenerse más información sobre estas técnicas de diagnóstico por imagen.

“Saber cuál es el uso apropiado de la imagenología médica y qué hay que buscar es esencial para comprender los efectos de la enfermedad en el cuerpo, así como posibles complicaciones”, dijo Diana Páez, Jefa de la Sección de Medicina Nuclear y de Diagnóstico por Imágenes del OIEA. “Esta recopilación de información se preparó para que los trabajadores sanitarios entendieran rápidamente cómo debían actuar y qué debían buscar a fin de hacer un uso efectivo de la imagenología médica en relación con esta nueva enfermedad”.

En abril de 2020 también se publicaron en el *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging* directrices del OIEA dirigidas a los departamentos de medicina nuclear. Estas directrices tienen por objeto ayudar a los departamentos de medicina nuclear a adaptar sus procedimientos operacionales para reducir al mínimo el riesgo de infección por la COVID-19 entre los pacientes, el personal y el público. También plantean la posible escasez de radiofármacos para la imagenología como consecuencia de las restricciones mundiales del tráfico aéreo.

Las directrices se prepararon en atención a solicitudes de departamentos de medicina nuclear de varios países. Se basan en la orientación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) sobre los servicios sanitarios esenciales durante un brote, así como en un examen de las publicaciones disponibles, contribuciones de expertos internacionales y los resultados de los seminarios web del OIEA.

El documento hace hincapié en la importancia de reducir al mínimo el riesgo de que el virus se propague al personal, los pacientes y los familiares, así como de contener su propagación cuando se prestan servicios de medicina nuclear esenciales y críticos.

También se indica la manera de optimizar la configuración de una instalación y su plataforma para la prestación de servicios, así como la manera en que deben proceder los facultativos del ámbito de la medicina nuclear en caso de que, en el curso de un procedimiento no relacionado con la COVID-19, como una tomografía por emisión de positrones-tomografía computarizada (PET-TC) para diagnosticar un cáncer, se detecten pautas compatibles con una posible infección adicional por COVID-19.

“El intercambio de conocimientos entre homólogos durante esta pandemia ha ampliado nuestra comprensión común, a la vez que ha seguido guiándonos en la búsqueda de los mejores enfoques”, dijo la Sra. Páez. “Ello no solo ha beneficiado al personal, los colegas y los pacientes en los hospitales, sino que nos ha ayudado a velar por que sigan prestándose servicios de medicina radiológica”.

---

Sociedad Británica de Medicina Nuclear; Sociedad Brasileña de Medicina Nuclear; Sociedad China de Radioncología; Asociación Europea de Medicina Nuclear; Sociedad Europea de Radioterapia y Oncología; Federación de Organizaciones Asiáticas de Radioncología; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura; Sociedad Alemana de Medicina Nuclear; Asociación Italiana de Medicina Nuclear; Asociación Latinoamericana de Sociedades de Biología y Medicina Nuclear; Sociedad Filipina de Medicina Nuclear; Real Colegio de Radiólogos de Australia y Nueva Zelanda; Asociación Rusa de Radioncólogos Terapéuticos; Sociedad de Medicina Nuclear e Imagen Molecular; Sociedad Sud Africana de Medicina Nuclear; Sociedad Uruguaya de Biología y Medicina Nuclear; Asociación Mundial de Radiofármacos y Terapia Molecular; Federación Mundial de Medicina y Biología Nucleares; Organización Mundial de la Salud.

# Capacitados y equipados para combatir las enfermedades animales y zoonóticas

Carley Willis y Nicole Jawerth



El grupo del AVL imparte capacitación sobre el análisis de huevos no eclosionados para determinar la exposición al virus de la gripe aviar. (Fotografía: OIEA)

En el mundo hay cientos de enfermedades animales infecciosas que, de no aplicarse las medidas preventivas adecuadas, pueden atacar en cualquier momento. Aunque la mayoría de esas enfermedades se propagan únicamente entre animales, algunas pueden pasar de los animales a las personas; son las denominadas enfermedades zoonóticas. Para hacer frente a la amenaza que estas representan para los animales, las personas y la economía, se necesita una capacitación y un equipo de diagnóstico adecuados. Para los especialistas, una de las maneras de lograr este objetivo es recurrir al apoyo que presta el OIEA en asociación con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

“En algunos países, la capacidad de controlar de forma eficaz estas enfermedades que dificultan la producción pecuaria es limitada. Esto era lo que sucedía en el Laboratorio Veterinario de Accra”, explica Joseph Awuni, Director Adjunto y Jefe de la Dirección de Servicios Veterinarios del Laboratorio Veterinario de Accra (AVL), en Ghana. “Gracias al apoyo del OIEA y la FAO, ahora el AVL puede encargarse de los brotes epidémicos de las principales enfermedades animales, y el laboratorio está considerado además un laboratorio de apoyo regional en

África Occidental, ya que ahora podemos ofrecer a los países vecinos apoyo y capacitación en materia de diagnóstico”.

Especialistas como los del AVL llevan decenios trabajando con el OIEA y la FAO para mejorar sus capacidades en relación con el uso de métodos nucleares, de base nuclear y de otro tipo para detectar y diagnosticar las enfermedades animales y zoonóticas. Estos métodos de diagnóstico son fundamentales para prevenir, controlar y, en la medida de lo posible, erradicar, estas enfermedades, cuyas consecuencias pueden ser desastrosas para la salud animal y humana y para las comunidades y su economía.

## Competencias a prueba de brotes

Las capacidades del grupo del AVL se pusieron a prueba en 2018, cuando se detectó un brote del virus de la gripe aviar —una infección muy contagiosa que provoca una elevada tasa de daños orgánicos y mortalidad en las aves domésticas, como los pollos— en zonas aisladas en los alrededores de Boankra, en la región Ashanti de Ghana. El grupo aprovechó la capacitación recibida y utilizó el equipo recién instalado para diagnosticar rápidamente la enfermedad mediante técnicas de

base nuclear y de otro tipo, así como para ayudar a la labor de contención temprana, lo que evitó un duro revés económico para la industria aviar de la región.

Ese mismo año también empezó a propagarse en Ghana la peste porcina africana, poniendo en peligro la industria porcina del país. El grupo del AVL puso inmediatamente en marcha una campaña de vigilancia activa y sacrificio selectivo en las granjas porcinas afectadas e impuso duras restricciones a la circulación de animales. Además de recopilar y analizar muestras de tejido, el grupo también empezó a utilizar sistemáticamente el diagnóstico molecular, que los ayudó a diagnosticar con rapidez y exactitud 27 presuntos brotes de la enfermedad.

Si bien el origen de los brotes no estaba claro, el grupo del AVL sospechaba que podían deberse al contacto con cerdos salvajes. La mayor parte de la cabaña porcina de Ghana se cría en zonas de bosque abierto, y la fiebre porcina africana suele transmitirse de los jabalíes o cerdos verrugosos a los cerdos domésticos. Con el objetivo de localizar la fuente de infección, el grupo del AVL colaboró con expertos del OIEA y la FAO para utilizar una técnica de base nuclear denominada reacción en cadena de la polimerasa con transcripción inversa en tiempo real (RT-PCR en tiempo real) (véase la página 8), que permite detectar la gripe aviar, y la reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real (PCR en tiempo real), que permite detectar la peste porcina africana en muestras de tejido.

“Determinar el origen de una infección siempre es importante para poder adoptar las medidas adecuadas”, afirma Hermann Unger, Oficial Técnico en la Sección de Producción Pecuaria y Salud Animal de la División Mixta FAO/OIEA de Técnicas Nucleares en la Alimentación y la Agricultura. “Se inició un estudio de la fauna silvestre y se tomaron muestras de sangre y garrapatas de los verracos. Todas las muestras se analizaron con métodos moleculares de base nuclear y se determinó que ninguna contenía el virus, lo que quería decir que el foco de infección estaba en el ganado doméstico. En consecuencia, se implantaron medidas de bioseguridad en los mercados de ganado y se frenó el brote.”

## Detección temprana de enfermedades

La detección temprana es clave para prevenir y controlar la propagación de enfermedades. En Bosnia y Herzegovina este factor ha sido fundamental para la manera de controlar la brucelosis, la lengua azul y la dermatosis nodular contagiosa.

La brucelosis —transmitida por contacto directo e indirecto entre animales— es desde hace siglos una enfermedad endémica del ganado en la península de los Balcanes, mientras que la lengua azul y la dermatosis nodular contagiosa —transmitidas por insectos que succionan sangre, como los mosquitos, las garrapatas, las beatas y las pulgas— han aparecido recientemente en la zona. Estas enfermedades, amén de ser una amenaza para la salud animal y la producción pecuaria y para los medios de subsistencia de los agricultores y sus familias, también repercuten en las exportaciones del país.

Con apoyo del OIEA y la FAO, en parte por conducto del programa de cooperación técnica del OIEA, los especialistas de Bosnia y Herzegovina ya pueden leer secuencias genómicas completas e identificar las cepas de virus. En el pasado esta labor requería el apoyo de los laboratorios internacionales de referencia, lo que retrasaba la detección, el diagnóstico y la intervención. En la actualidad, los especialistas también tienen acceso a equipo de laboratorio de alta tecnología y material fungible, por lo que pueden utilizar instrumentos moleculares como la secuenciación genómica completa y la bioinformática para conocer mejor la epidemiología de la lengua azul y la dermatosis nodular contagiosa.

En 2020, “debido a la presencia de brucelosis en Bosnia y Herzegovina, la Unión Europea todavía no permite la exportación de animales vivos. Sin embargo, gracias al hito que hemos logrado de poder realizar las pruebas de diagnóstico de forma rápida y fiable, hemos dado un gran paso para llegar a cumplir las normas de la Unión Europea”, dice Toni Eterovic, investigador en la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad de Sarajevo, que participó en el proyecto.

## Red VETLAB

La Red de Laboratorios de Diagnóstico Veterinario de la División Mixta FAO/OIEA, o Red VETLAB, conecta los laboratorios nacionales de todo el mundo al objeto de atajar las enfermedades animales y zoonóticas, que no saben de fronteras y pueden poner en peligro al ganado, los medios de subsistencia de los agricultores y la salud pública. La asociación de laboratorios de la Red VETLAB, entre los que se encuentra el Laboratorio de Producción Pecuaria y Salud Animal FAO/OIEA, trabaja para crear capacidad en relación con la utilización de métodos nucleares, de base nuclear y de otro tipo para vigilar, detectar de forma temprana, diagnosticar y controlar las enfermedades animales y zoonóticas. Entre las actividades cabe citar los servicios de asesoramiento y de expertos; el intercambio de datos, conocimientos y competencias técnicas; cursos de capacitación, y la transferencia de tecnología.

El objetivo general de la Red VETLAB es armonizar la colaboración transfronteriza para aumentar la eficacia de la prevención, detección y respuesta en lo que respecta a las enfermedades animales y zoonóticas.

# Sierra Leona: a la caza de virus con ayuda de la tecnología nuclear

Laura Gil



Captura de murciélagos en las selvas de Sierra Leona. (Fotografía: L. Gil/OIEA)

¿Qué criatura duerme boca abajo, vive de noche y puede ser portador del virus del Ébola? El murciélago. Tras el devastador brote de ébola que azotó el país en 2014, científicos veterinarios de Sierra Leona han estado capacitando a sus colegas de toda África para capturar a murciélagos a fin de tomar muestras y determinar, mediante técnicas nucleares, cuáles de ellos pueden ser transmisores de virus.

“Por desgracia, hemos tenido que sufrir la epidemia”, relata Dickson Kargbo, científico veterinario local, mientras se abre paso entre las ramas y se adentra en las profundidades de la selva al anochecer, equipado con una red y una linterna frontal encendida, ataviado con un uniforme desechable de color azul y seguido por una hilera de veterinarios. “Pero el lado positivo de esta situación es que, ahora, disponemos de la tecnología y la experiencia para hacerle frente y tenemos mucho que compartir.”

Con el apoyo del OIEA y de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), científicos veterinarios y especialistas en fauna silvestre de Sierra Leona y otros países africanos han recibido capacitación en vigilancia de enfermedades mediante métodos de base nuclear y otros métodos (en la página 8 encontrará información sobre la PCR y en la 27, sobre el ELISA) y han aprendido a interpretar el comportamiento de los murciélagos para poder capturarlos y tomar muestras, cumpliendo al mismo tiempo las medidas biosanitarias pertinentes.

“La idea es que adquieran experiencia práctica y los conocimientos científicos adecuados para poder atrapar murciélagos que viven en libertad y someterlos a pruebas sin matarlos, de manera que puedan luego regresar a su hábitat natural”, explica Hermann Unger, Oficial Técnico

de la División Mixta FAO/OIEA de Técnicas Nucleares en la Alimentación y la Agricultura. “Durante todo el proceso tienes que proteger al animal pero también a ti mismo.”

## En la selva

Para lograr un alto nivel de vigilancia, los científicos estudian las especies de murciélagos en su hábitat silvestre natural. Es decir, que llevan a cabo trabajo de campo, tanto en sentido literal como figurado.

“No es fácil. Para diagnosticar e identificar un virus se necesita una muestra de gran calidad que haya sido recogida y enviada de forma adecuada”, dice el Sr. Unger, que explica que, para capturar un murciélago, hace falta un grupo de al menos seis personas que se adentre en la selva durante el día, instale postes y redes para tender trampas y espere hasta el anochecer para que aparezcan los primeros murciélagos.

La idea es perturbar el ecosistema lo menos posible. Dado que los murciélagos son mamíferos nocturnos, los cazadores de virus trabajan de noche, respetando el ritmo de los animales.

“Los murciélagos salen por la noche, así que es entonces cuando podemos atraparlos. Los capturamos y luego los devolvemos a la selva”, explica Temidayo Adeyanju, un investigador nigeriano de la fauna silvestre que impartió cursos de capacitación promovidos por la División Mixta FAO/OIEA, en los que los participantes adquirieron conocimientos sobre los diferentes métodos de captura de murciélagos en función del tipo de hábitat y de la especie de murciélago.

Una vez los veterinarios, los guardabosques y los especialistas en fauna silvestre han atrapado a los murciélagos, regresan al laboratorio, donde identifican y miden a los animales y toman muestras fecales, orales y de sangre para analizar cualquiera de los centenares de virus que los murciélagos pueden transmitir a animales y seres humanos, incluido el virus del Ébola. Para ello utilizan técnicas de base nuclear y equipo donado a través del programa de cooperación técnica del OIEA.

“En Togo, no nos atrevíamos ni siquiera a tocar a los murciélagos para tomar muestras porque no sabíamos cómo hacerlo. Ahora que sabemos, deberíamos aprovecharlo. No podemos bajar la guardia”, advierte Komlan Adjabli, científico especializado en animales de la Dirección de Ganadería de Togo que en 2018 participó en el segundo de una serie de cursos de capacitación promovidos por la División Mixta FAO/OIEA.

A pesar del estigma asociado a los murciélagos, su importancia para el ecosistema es clave, dice el Sr. Adeyanju. “Son criaturas extrañas. Salen por la noche, se alimentan de insectos o de fruta y la gente les tiene miedo. Pero eliminar a los murciélagos tiene consecuencias para todas las demás especies. Son una pieza clave.”

Si bien los murciélagos desempeñan un papel fundamental en los ecosistemas, al mismo tiempo siguen siendo una amenaza para las personas; cada año se descubren en estos animales alrededor de diez nuevos virus. Entre ellos está el virus del

Ébola, que puede transmitirse por contacto estrecho con los órganos o la sangre, las secreciones u otros fluidos de un murciélago infectado.

“La gente tiene miedo al ébola”, comenta Hawa Walker, especialista en conservación de Liberia, país vecino de Sierra Leona que también sufrió la epidemia en 2014. “Están obsesionados con lavarse las manos y limpiar las casas pero, en muchos hogares, se sigue comiendo carne de murciélago. Es una fuente de vida para quienes no tienen otra opción.”

Los cursos de capacitación organizados con apoyo de la División Mixta FAO/OIEA se enmarcan en las iniciativas encaminadas a ayudar a los científicos veterinarios y a los especializados en fauna silvestre de África a aunar esfuerzos y, mediante una vigilancia activa de las enfermedades, anticipar o incluso evitar los brotes en la región.

“Necesitamos un enfoque de salud holístico”, afirma Michel Warnau, gestor de proyectos en el OIEA a cargo de la supervisión de estos cursos. “Uno de los problemas durante el brote de ébola de 2014 y 2015 en África Occidental fue la falta de preparación. Queremos que estos cursos sirvan para crear las capacidades que permitan estudiar y diagnosticar enfermedades zoonóticas en el ganado y en la fauna silvestre antes de que aparezca un brote, a fin de anticipar mejor los riesgos para las poblaciones humanas.”

## Los murciélagos pueden transmitir distintos virus, entre ellos el del Ébola.

(Fotografía: L. Gil/OIEA)



# Lucha contra la malaria, el dengue y el Zika mediante tecnología nuclear

Nicole Jawerth y Elodie Broussard



Mosquito macho de la especie *Aedes*. (Fotografía: OIEA)

Enfermedades como la malaria, el dengue y el Zika, transmitidas por distintas especies de mosquitos, causan estragos en la vida de millones de personas en todo el mundo. Para luchar contra estas enfermedades dañinas que a menudo son mortales, expertos de muchos países recurren a técnicas nucleares y de base nuclear con fines de detección de enfermedades y lucha contra los insectos.

## Dengue y Zika

El virus del dengue y el virus del Zika se propagan principalmente por mosquitos de la especie *Aedes*, que son más habituales en regiones tropicales. En la mayor parte de los casos, el virus del dengue causa síntomas debilitantes semejantes a los de la gripe, pero las cuatro cepas del virus también pueden causar enfermedades mortales graves. En el caso del virus del Zika, muchas personas infectadas son asintomáticas o solo presentan síntomas leves, pero el virus puede provocar graves anomalías congénitas en los recién nacidos y dar lugar a un trastorno neurológico debilitante en algunos adultos.

Uno de los métodos de laboratorio más precisos y más utilizados para detectar los virus del dengue y del Zika es la reacción en cadena de la polimerasa con transcripción inversa (RT-PCR) (véase la página 8). El OIEA ha capacitado y equipado a expertos de todo el mundo en

el uso de esta técnica para detectar, rastrear y estudiar patógenos, como los virus. Los resultados de diagnóstico ayudan a los profesionales sanitarios a dispensar tratamiento y permiten a los expertos rastrear los virus y adoptar medidas para controlar su propagación.

Cuando en 2015 y 2016 surgió un nuevo brote de una enfermedad, los médicos no estaban seguros de su causa, pero la RT-PCR ayudó a determinar que se trataba de un brote del virus del Zika y no de otro virus, como el del dengue. Se utilizó la RT-PCR para detectar el virus en las personas infectadas a lo largo de la epidemia, que la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró emergencia de salud pública de importancia internacional en enero de 2016. Durante ese período, muchos países recibieron apoyo prestado por el OIEA en cooperación con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en relación con el uso de este método.

Mientras que la amenaza vigente del Zika viene siendo manejable desde que la epidemia terminó en noviembre de 2016, el dengue ha seguido planteando problemas en aumento. Por ejemplo, algunos países de América Latina y el Caribe notificaron en enero de 2020 aumentos de hasta tres veces más en el número de casos de dengue en comparación con

el mismo período en 2019. A la vez, en 2019 se notificaron en Bangladesh más de 80 000 casos, lo cual supuso el mayor brote de dengue registrado en el país.

La situación se ha visto agravada por la pandemia mundial de la COVID-19 surgida a principios de 2020. “La combinación del dengue y la COVID-19 ha saturado muchos sistemas de atención sanitaria”, afirmó Diana Páez, Jefa de la Sección de Medicina Nuclear y de Diagnóstico por Imágenes del OIEA. “La situación se ve exacerbada por el hecho de que el dengue y la COVID-19 presentan semejanzas en cuanto a los síntomas y algunos rasgos de laboratorio, con lo cual el diagnóstico diferencial resulta difícil. Cuando se diagnostica por error una enfermedad en lugar de la otra, la gestión y el control de las enfermedades se complican, a lo cual se debe la importancia capital de pruebas precisas como la RT-PCR”.

Además de diagnosticar y rastrear estas enfermedades en las personas, los expertos han buscado maneras de reducir la población de mosquitos Aedes, que propagan el virus. Una opción ha sido la gestión zonal de insectos mediante, entre otras técnicas, un método de base nuclear para controlar la natalidad de los insectos denominado técnica del insecto estéril (TIE) (véase el recuadro “Base científica”).

“La TIE se ha utilizado satisfactoriamente contra numerosas plagas de insectos de importancia para la agricultura, y ahora se está adaptando para utilizarla contra los mosquitos”, dijo

Rafael Argilés Herrero, entomólogo en la División Mixta FAO/OIEA de Técnicas Nucleares en la Alimentación y la Agricultura. “El método va estrictamente dirigido a la especie seleccionada y no tiene consecuencias para otros organismos vivos ni para el medio ambiente”.

En todo el mundo se ha intensificado la investigación sobre el uso de la TIE contra los mosquitos Aedes, en parte mediante apoyo del OIEA y la FAO. Ejemplo de ello es un proyecto de cuatro años puesto en marcha en 2016 para ayudar a los países de la región de América Latina y el Caribe. En 2019, a petición de Bangladesh, se acordó un plan de trabajo de cuatro años para poner a prueba el uso de la TIE con fines de erradicación de los mosquitos que propagan el dengue. También se han puesto en marcha proyectos en Asia y Europa, y se han emprendido ensayos piloto en 13 países de todo el mundo, en algunos de los cuales la tasa de erradicación ha llegado al 95 %.

A principios de 2020, el OIEA, el Programa Especial de Investigaciones y Enseñanzas sobre Enfermedades Tropicales de la FAO y la OMS publicaron el *Marco de orientación para el ensayo de la técnica del insecto estéril como instrumento para el control de vectores frente a las enfermedades transmitidas por el mosquito Aedes*. En la publicación se expone la manera de poner en funcionamiento un programa de TIE y de decidir si va a aplicarse la técnica en las zonas afectadas de un país.



(Fotografía: OIEA)

## Malaria

La malaria es una enfermedad parasitaria infecciosa propagada por mosquitos *Anopheles* hembra. La enfermedad amenaza a cerca de la mitad de la población mundial causando diversos síntomas adversos y, en algunos casos, la muerte.

Los profesionales sanitarios pueden diagnosticar la malaria analizando la sangre de un paciente para detectar indicios microscópicos del parásito y midiendo los antígenos de la respuesta del sistema inmunitario al parásito. También puede detectarse la malaria mediante pruebas de reacción en cadena de la polimerasa (PCR), especialmente en casos en que los niveles de parásitos son bajos o cuando están presentes otras infecciones. Mediante técnicas de imagenología médica como rayos X y tomografía computarizada (TC), los médicos pueden evaluar las complicaciones clínicas de la enfermedad.

“Mediante diagnóstico por imágenes pueden detectarse infecciones de malaria que no se han detectado mediante exploraciones ordinarias”, dijo Hadj Slimane Cherif, Jefe de la Oficina de Tecnología Nuclear Pacífica del Ministerio de Relaciones Exteriores de Omán. Explicó que los dos últimos decenios había disminuido en Omán el número de casos de malaria notificados y que los métodos de diagnóstico

molecular por imágenes adquiridos mediante el programa de cooperación técnica del OIEA cumplen un papel destacado en la nueva política del país de someter a pruebas a los viajeros llegados de lugares donde la malaria es endémica. “Gracias a esta política, Omán acabará librándose de la malaria”.

Reduciendo la población de mosquitos *Anopheles* mediante la TIE, los expertos también esperan reducir la propagación de la malaria. Algunos desafíos técnicos que han encontrado se refieren a conseguir que solo se suelten mosquitos macho esterilizados, así como a elaborar sistemas eficientes de captura. Ello ha creado obstáculos a la utilización a gran escala de la TIE contra este tipo de mosquito.

Uno de los desafíos actuales planteados por el uso de la TIE con fines de control de mosquitos se refiere a la manera de soltar efectivamente estos insectos frágiles. En junio de 2020 los investigadores constataron que el uso de aeronaves no tripuladas para soltar machos esterilizados era más eficaz en relación con el costo, más rápido y menos dañino para los mosquitos que otros métodos empleados normalmente, como soltar los mosquitos desde el suelo o desde un aeroplano. Estas constataciones supusieron un avance decisivo en la ampliación del uso de la TIE contra los mosquitos.

## BASE CIENTÍFICA

### Técnica del insecto estéril

La técnica del insecto estéril (TIE) utiliza la radiación para esterilizar insectos macho criados en masa en instalaciones especiales. Se sueltan sistemáticamente grandes cantidades de insectos macho estériles desde el suelo o por aire. Estos machos se aparean en condiciones naturales con hembras silvestres sin que se produzca descendencia. Con el tiempo, la población de insectos disminuye o, cuando se aislan poblaciones de insectos, puede erradicarse una población en su totalidad. La TIE lleva más de 50 años utilizándose con éxito contra plagas de insectos que afectan a los cultivos.



(Gráfico: R. Kenn/OIEA)

# Las autoridades de Viet Nam controlan la propagación de la peste porcina africana mediante técnicas nucleares

Gerrit Viljoen

En 2019 la industria porcina de Viet Nam escapó a una oleada de peste porcina africana (PPA) y otras enfermedades animales que golpeó Asia Sudoriental, gracias a la rápida intervención de investigadores del Centro Nacional de Diagnóstico Veterinario (NCVD). Este equipo de investigación empleó capacitación y equipos obtenidos con apoyo del OIEA, en colaboración con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), para diagnosticar con celeridad enfermedades como la PPA mediante el uso de técnicas nucleares y de otro tipo a fin de controlar la propagación de estas enfermedades, proteger la industria ganadera del país y garantizar la seguridad alimentaria.

En agosto de 2018, China, que comparte frontera con Viet Nam, informó de su primer caso de PPA. La enfermedad se propagó rápidamente a la parte meridional del país y, finalmente, a Viet Nam. Dado que aún no se disponía de una vacuna contra la PPA, la detección temprana y exacta de la enfermedad era fundamental para aplicar medidas sanitarias y de bioprotección rigurosas a fin de contenerla y, a la larga, eliminarla.

Inmediatamente después de tener conocimiento del brote en China, el OIEA, en cooperación con la FAO, impartió un curso de capacitación a especialistas en diagnóstico veterinario de Asia Sudoriental, con inclusión de Viet Nam, sobre el diagnóstico de la PPA y otras enfermedades infecciosas. Provistos de estos conocimientos, los expertos vietnamitas pudieron diagnosticar la PPA de forma temprana y adoptar medidas para proteger las granjas porcinas del país.

Thanh Long To, Director del NCVD, señala que “la capacidad de realizar pruebas de forma competente es un hito importante, no solo para nuestro instituto sino para el país en su totalidad. Tememos que, con el aumento del comercio y los viajes en la región, el país se enfrente cada vez con más frecuencia a enfermedades animales y zoonóticas transfronterizas”.

La cabaña porcina de Viet Nam consta de 30 millones de cerdos, la mayoría criados en granjas familiares, y representa aproximadamente tres cuartas partes de la producción y el consumo totales de carne a nivel interno. La demanda de cerdo viene aumentando a un ritmo anual de entre el 6 y el 8 %.

Antes de que se impartiera el curso de capacitación el NCVD tenía que enviar las muestras sospechosas de PPA a laboratorios de referencia del extranjero para obtener



(Fotografía: L. Gil/OIEA)

confirmación, proceso que podía llevar entre tres y cuatro semanas; demasiado tiempo para aplicar medidas de control de forma oportuna. Según el Sr. To, ahora que el país dispone de los conocimientos a nivel interno, el examen de las muestras se puede realizar en el plazo de un día.

Actualmente, el NCVD cuenta con capacidad para examinar aproximadamente medio millón de muestras al año y ayudar en la contención no solo de la PPA, sino también de la fiebre aftosa, la leptospirosis, la rabia y la viruela caprina, entre otras enfermedades (véase el recuadro “Base científica”, en la página 29).

El OIEA prestó su apoyo a través de un programa de cooperación técnica destinado a fortalecer las capacidades del NCVD en el empleo de técnicas serológicas, moleculares y nucleares para el diagnóstico y el control tempranos y rápidos de enfermedades zoonóticas transfronterizas. El NCVD también recibe apoyo al ser uno de los 19 miembros de Asia participantes en la Red de Laboratorios de Diagnóstico Veterinario (Red VETLAB) de la División Mixta FAO/OIEA de Técnicas Nucleares en la Alimentación y la Agricultura.

# Bulgaria frena la propagación de una enfermedad animal con la ayuda del OIEA y la FAO

Laura Gil



**Autoridades búlgaras llevan a cabo su trabajo de control de enfermedades en una granja local.** (Fotografía: S. Slavchev/OIEA)

En 2018, Bulgaria detuvo la propagación de la peste de los pequeños rumiantes —una enfermedad que puede devastar el ganado— gracias en parte al apoyo del OIEA y de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Esa era la primera vez que se registraba la peste de los pequeños rumiantes en la Unión Europea, por lo que detener su propagación desde los primeros momentos era un objetivo importante para la región.

## Brote estival

En el verano de 2018, los ganaderos de las granjas de Voden, en la parte sudoriental de Bulgaria, observaron que sus animales padecían una enfermedad. Poco después, las autoridades comunicaron que el país se enfrentaba a un brote de peste de los pequeños rumiantes. En cuestión de días, dos científicos búlgaros llegaron al OIEA para recibir capacitación y materiales con que detectar y caracterizar rápidamente el virus de la peste de los pequeños rumiantes por medio de técnicas de base

nuclear. La zona fue sometida a vigilancia activa y desde julio de 2018 no se ha notificado ningún otro caso.

La peste de los pequeños rumiantes no se transmite a los seres humanos, pero puede tener graves consecuencias para el ganado y mata entre el 50 % y el 80 % de los animales infectados, en su mayoría ovejas y cabras. Su alto impacto económico hace de la peste de los pequeños rumiantes una de las enfermedades del ganado más importantes. Denominada también peste ovina o peste ovina y caprina, la peste de los pequeños rumiantes es originaria de África pero también se ha notificado en Asia y Oriente Medio.

“La mayoría de los laboratorios europeos por lo general no están familiarizados con esta enfermedad ni preparados para ocuparse de ella”, dice Giovanni Cattoli, Jefe del Laboratorio de Producción Pecuaria y Salud Animal de la División Mixta FAO/OIEA de Técnicas Nucleares en la Alimentación y la Agricultura. “Es exótica, está fuera de su radar. Pero afortunadamente Bulgaria reaccionó con rapidez, y nosotros tomamos medidas para prestarle apoyo.”

El Laboratorio de Referencia de la Unión Europea en relación con la peste de los pequeños rumiantes, que se halla en Montpellier (Francia) confirmó posteriormente sus conclusiones.

Inmediatamente después de que se confirmase el brote, las autoridades de Bulgaria impusieron una zona de cuarentena alrededor de la aldea de Voden a fin de contener la enfermedad. Además, ordenaron hacer análisis de sangre al ganado menor y prohibieron el comercio y el transporte de todo tipo de ganado en las regiones lindantes con la frontera con Turquía, la zona del país afectada por la enfermedad.

A consecuencia de la aparición de la enfermedad se instauraron restricciones y barreras comerciales a la circulación de animales para limitar la propagación de la infección y facilitar la erradicación de la enfermedad. Ese es el procedimiento estándar en la Unión Europea. Las autoridades de Bulgaria también llevaron a cabo una vigilancia activa en la zona para apartar de los rebaños cualquier animal que posiblemente estuviese infectado. “Tenemos muchísima confianza en la capacidad de Bulgaria de controlar la enfermedad, pero hay que seguir trabajando”, indica el Sr. Cattoli. “Así como llegó a Bulgaria, podría llegar a otros países europeos.”

Seis meses después de que se presentase el primer caso, la vigilancia activa indicó que el virus ya no estaba circulando en el país —un prerequisito para levantar la prohibición—.

## BASE CIENTÍFICA

### Ensayo de inmunoadsorción enzimática y reacción en cadena de la polimerasa

El ensayo de inmunoadsorción enzimática (ELISA) y la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) son dos técnicas de base nuclear que se utilizan comúnmente para el diagnóstico de enfermedades.

El ELISA es fácil de preparar y utilizar, por lo que es adecuado para laboratorios veterinarios de todo tipo. Los científicos colocan una muestra diluida de suero de un animal en una placa preparada y, si la muestra contiene la enfermedad de la que se sospecha, hace que una enzima del fluido cambie los colores del líquido, confirmando así la presencia de la enfermedad. El ELISA suele utilizarse para los análisis iniciales y para el cribado de poblaciones grandes, pero no puede usarse para identificar con exactitud cepas de virus.

Véase en la página 8 más información sobre el PCR.

### ¿Erradicación?

Después de 2011, cuando se declaró erradicada la peste bovina —enfermedad que es la “hermana mayor” de la peste de los pequeños rumiantes y afecta al ganado de mayor tamaño, como las vacas—, la FAO y la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) fijaron como objetivo la erradicación mundial de la peste de los pequeños rumiantes para 2030. Conseguir esto podría tener importantes efectos positivos para las economías y comunidades afectadas. Por ejemplo, la erradicación de la peste bovina en 2011 dio lugar, solo en África, a un beneficio económico anual estimado en 920 millones de dólares de los Estados Unidos para la región, según las estimaciones de la FAO.

“Si examinas el virus y la epidemiología de la enfermedad, técnicamente se puede conseguir”, explica el Sr. Cattoli en relación con la erradicación de la peste de los pequeños rumiantes. “La diferencia es que hay muchísimas más cabras y ovejas cuya ubicación y movimientos algunas veces son difíciles de seguir, por lo que disponer de cifras exactas y calcular las dosis correctas de un programa de vacunación puede ser problemático.”

El OIEA, en asociación con la FAO, presta asistencia a los expertos naciones en el desarrollo y la adopción de tecnologías basadas en la energía nuclear para optimizar las prácticas de gestión de la salud animal. Esas técnicas, como el ensayo de inmunoadsorción enzimática (ELISA) y la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) son sumamente precisas (véase el recuadro “Base científica”).



# Marruecos controla la fiebre aftosa con la ayuda de métodos nucleares

Elodie Broussard



Toma de muestra de una vaca para detectar la fiebre aftosa. (Fotografía: F. El Mellouli/LRARC)

A principios de 2020, Marruecos cumplió un año sin fiebre aftosa (FA), una enfermedad animal altamente contagiosa, después de llevar a cabo una serie de campañas de vacunación para controlar una nueva cepa, identificada en 2019 mediante métodos nucleares, del virus responsable de esta enfermedad. Ese logro fue en parte posible gracias al apoyo del OIEA, en colaboración con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

La fiebre aftosa es una enfermedad, a menudo mortal, que afecta al ganado y a los rumiantes, tanto domésticos como salvajes, y cuyos efectos sobre la seguridad alimentaria y los medios de subsistencia son potencialmente graves. Marruecos tiene 29 millones de cabezas de ganado, que incluyen vacas, ovejas, cabras y camellos, y el sector de la ganadería aporta cerca del 13 % del producto interno bruto agrícola.

En 2019, cuando varias provincias marroquíes se vieron afectadas por brotes, la infección se extendió rápidamente entre los rebaños de cinco lugares. Cada caso confirmado

obligó a sacrificar a todo el ganado en un radio de tres kilómetros y a establecer una zona de vigilancia en un radio de diez kilómetros, lo que bloqueó la venta de animales y de productos de origen animal.

Para controlar cuanto antes la propagación de la enfermedad, el Laboratorio Regional de Análisis e Investigación de Casablanca (LRARC) utilizó técnicas nucleares, que pueden proporcionar resultados rápidos y exactos (véase el recuadro “Base científica”). Otras técnicas requieren más tiempo para detectar la enfermedad, lo que conlleva un aumento del número de animales contagiados y mayores costos relacionados con el brote.

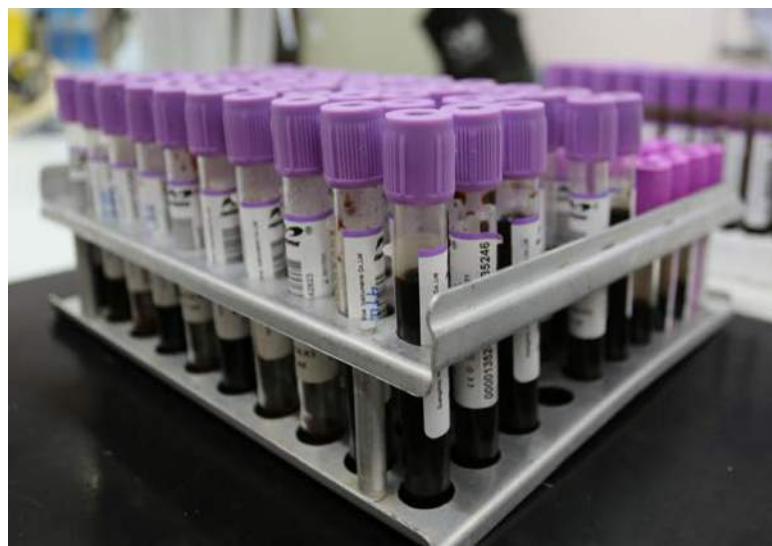
“El verdadero desafío para las autoridades veterinarias nacionales fue saber si los brotes se debían a la misma cepa del virus de la fiebre aftosa responsable de los brotes de 2015”, comenta Iváncho Naletoski, oficial de sanidad animal de la División Mixta FAO/OIEA de Técnicas Nucleares en la Alimentación y la Agricultura.

En 2017, expertos de la División Mixta FAO/OIEA, con el apoyo del programa de cooperación técnica del OIEA, capacitaron a diez trabajadores de laboratorios veterinarios de Marruecos y les proporcionaron equipos y suministros para facilitar la detección de la enfermedad y orientar las medidas de control y respuesta. Entre quienes recibieron la capacitación había personal del LRARC, que posteriormente identificó la nueva cepa de fiebre aftosa a principios de 2019 empleando las capacidades adquiridas, y trabajadores del servicio de secuenciación genética creado por conducto de la División Mixta.

Poco después del brote de fiebre aftosa, el LRARC secuenció el genoma del virus y lo comparó con las cepas que circulaban en la región. Al mismo tiempo, remitió muestras para el análisis de la secuencia genética al Laboratorio de Sanidad Animal de Maisons-Alfort (Francia), una institución de referencia en la identificación de la fiebre aftosa, que confirmó el diagnóstico.

“Identificar la cepa de un virus es el primer paso que deben dar las autoridades veterinarias nacionales en caso de brote. El segundo es seleccionar o desarrollar la vacuna adecuada, dado que cada cepa requiere una vacuna específica”, afirma el Sr. Naletoski.

Una vez identificadas la nueva cepa y la vacuna, las autoridades veterinarias de Marruecos pusieron en marcha campañas de vacunación en pocas semanas, lo que permitió detener en poco tiempo la propagación de la enfermedad. Se llevaron a cabo campañas de vacunación masiva obligatoria de rumiantes vulnerables (ganado vacuno, cabrío y bovino) por todo el país sin costo para los ganaderos. Esas campañas han contribuido a reforzar la inmunidad de los animales y han evitado que el virus se propague.



**Muestras tomadas de ganado a la espera de ser analizadas en busca de virus.** (Fotografía: N. Jawerth/OIEA)

“Con la secuenciación del genoma que el OIEA transfirió a nuestro laboratorio pudimos discriminar rápidamente las cepas que circulaban en el país y adaptar consecuentemente los planes para el control de la enfermedad”, afirma Fatiha El Mellouli, Directora del Servicio de Sanidad Vegetal y Animal del LRARC.

Los beneficios de esos esfuerzos son tangibles para ganaderos, productores y exportadores de animales y de productos de origen animal de Marruecos. En última instancia, el país también ha mantenido su programa nacional de control de la fiebre aftosa, respaldado por la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) desde 2012, y sigue trabajando para mejorar la sanidad animal y el comercio conexo.

## BASE CIENTÍFICA

### Secuenciación genética y reacción en cadena de la polimerasa

La **secuenciación genética** es una técnica nuclear que analiza el modo en que se dispone la información del ácido nucleico (ácido ribonucleico o ARN y ácido desoxirribonucleico o ADN) dentro de los patógenos. Esta técnica describe la composición del material genético, lo que ayuda a los científicos a predecir la función del gen analizado, su impacto y la conducta del patógeno. Esto no solo sirve para diagnosticar una enfermedad, sino que también puede revelar su origen y evolución, así como el alcance potencial de la amenaza.

Estos instrumentos y técnicas nucleares suelen emplearse en el análisis filogenético de la fiebre aftosa y otras enfermedades, como la rabia, la brucelosis y el ébola.

En la página 8 encontrará más información sobre la **reacción en cadena de la polimerasa (PCR)**.

# La irradiación de vacunas veterinarias mantiene sanos a los animales de Etiopía y contribuye a las exportaciones y a la seguridad alimentaria

Miklos Gaspar



El ganado es parte importante de la economía de Etiopía. (Fotografía: M. Gaspar/OIEA)

Etiopía exporta más de un millón de cabezas de ganado al año, cifra que no sería posible sin el empleo de técnicas nucleares. Con el fin de prevenir epidemias, todo el ganado destinado a la exportación y al consumo interno se ha de vacunar contra las enfermedades animales. El desarrollo y la producción de vacunas en Etiopía están a cargo del Instituto Nacional Veterinario (NVI). Estas vacunas se desarrollan para luchar contra los patógenos en evolución y, posteriormente, se producen para su uso tanto a nivel interno como en países vecinos. El OIEA, en colaboración con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), presta apoyo en ambas etapas del proceso.

Wondemagegn Tufa, Director encargado de los procedimientos de exportación del ganado del Ministerio de Agricultura de Etiopía, afirma que “las exportaciones de ganado son fundamentales para nuestra economía, y la contribución del NVI al sector ganadero es incalculable”. El Ministerio adquiere vacunas del NVI y luego las distribuye entre los ganaderos, incluidos los pastores de la zona oriental del país

cuyos animales están más expuestos a las enfermedades, ya que se desplazan por una zona muy amplia y se relacionan con animales salvajes.

Según el Banco Mundial, Etiopía cuenta con la mayor cabaña ganadera de África y la quinta del mundo, con 60 millones de cabezas de ganado. El sector ganadero representa aproximadamente un quinto de la economía del país, y casi el 10 % de sus exportaciones.

Para seguir el ritmo tanto del aumento de la demanda de los ganaderos como de los cambios en los reglamentos de los países importadores, el NVI ha incrementado la producción de vacunas, pasando de 93 millones a 260 millones de dosis anuales en los diez últimos años. Esto ha permitido también exportar vacunas a países vecinos, entre ellos las vacunas para prevenir la peste de los pequeños rumiantes, enfermedad viral de las cabras y las ovejas cuya erradicación es un objetivo importante de la Unión Africana.

## Las vacunas y su funcionamiento

La disponibilidad de vacunas eficaces y el acceso a ellas son decisivos para controlar y prevenir la propagación de muchas enfermedades animales, algunas de las cuales también se pueden propagar a las personas. Al igual que en las personas, las vacunas funcionan en los animales mediante la activación de una respuesta inmunológica que ayuda al cuerpo a prepararse para luchar contra una futura enfermedad. No obstante, en algunas vacunas se utilizan microorganismos vivos, por ejemplo virus, lo que puede hacer que brote la enfermedad. La radiación puede ayudar a impedirlo desactivando al microorganismo de manera que no pueda infectar al animal vacunado. Además, la radiación no afecta a la estructura del microorganismo, con lo que el sistema inmunitario lo puede seguir reconociendo, lo cual permite al animal desarrollar un mecanismo de protección. La irradiación de las vacunas también garantiza que no estén contaminadas.

El empleo de tecnología de irradiación en el desarrollo de vacunas es más seguro para los animales porque no es necesario usar productos químicos adicionales ni otros compuestos que tradicionalmente se utilizan para desactivar los virus. Charles Lamien, oficial de sanidad animal de la División Mixta FAO/OIEA de Técnicas Nucleares en la Alimentación y la Agricultura, comenta que “estas vacunas irradiadas son de mayor calidad porque preservan mejor la estructura de los microorganismos, lo que se traduce en una respuesta inmunitaria protectora más amplia”.

El OIEA, a través de su programa de cooperación técnica y con el apoyo de la FAO, presta apoyo al NVI en materia de capacitación del personal y suministro de artículos fungibles y equipo. Todo el personal técnico del Departamento de Investigación y Desarrollo del NVI ha asistido a cursos de capacitación organizados por la FAO y el OIEA. Martha Yami, Directora General del NVI, explica que “bien mediante cursos cortos o a través de becas de mayor duración, todos han estado en contacto con ciencia de vanguardia”.

## Desarrollo de vacunas

Según la Sra. Yami, el OIEA desempeñó una función central en la creación del laboratorio molecular del NVI, en el que se caracterizan nuevas cepas de virus a fin de adaptar las vacunas para que ofrezcan protección al respecto.

Esta caracterización del ácido desoxirribonucleico (ADN) y el ácido ribonucleico (ARN) de los virus se lleva a cabo mediante la utilización de técnicas moleculares de base nuclear que pueden dejar al descubierto las diferencias entre cepas. Esta tecnología se usa para comparar el virus natural de un brote con la vacuna en sí. Si la relación entre ambos es estrecha, la vacuna ofrecerá la protección necesaria. De lo contrario, habrá que modificar la vacuna.

El Sr. Lamien expone que el OIEA recurre ahora a expertos del NVI para impartir a científicos de toda África capacitación sobre la utilización de diversas técnicas nucleares en la esfera de la salud animal. Explica que “cuando los animales cruzan

fronteras, también las cruzan las enfermedades transmitidas por los animales. Ello exige la adopción de un enfoque de ámbito continental para luchar contra estas enfermedades”.

## Más allá de dinero

El resultado de esta labor es visible en Etiopía, donde el ganado se desplaza libremente por laderas, pastos y caminos. Muchos de los 12 millones de hogares agrícolas del país dependen del ganado y, por lo tanto, de forma consciente o inconsciente, se benefician de la tecnología nuclear.

Según el Sr. Tufa, “la importancia del ganado y de la salud de este no solo es económica. El ganado es una forma de vida para los pastores. Ocupa un lugar central en la cultura y funciona como depósito de la riqueza y garantía a la que recurrir en épocas de escasez”. Mejorar la salud y el bienestar de estos animales y aumentar su productividad es un objetivo primordial de desarrollo para el Gobierno, añade.

**Un científico del Instituto Nacional Veterinario investigando la estructura genética de un virus.**

(Fotografía: M. Gaspar/OIEA)



# Necesitamos una respuesta mundial a la amenaza de pandemia

Maria Helena Semedo



Maria Helena Semedo, Directora General Adjunta, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Se trata de una destacada experta en cuestiones relacionadas con el desarrollo mundial que desde hace más de 30 años se dedica al servicio público.

**L**a pandemia de la COVID-19 ha puesto patas arriba al mundo que conocíamos al convertirse en la primera enfermedad en más de un siglo que ha paralizado enteramente nuestra vida cotidiana y nuestras economías.

Algunos de los brotes de enfermedades más dañinas de los últimos decenios han sido de enfermedades zoonóticas, como la enfermedad por el virus del Ébola, el síndrome respiratorio agudo severo (SRAS) y el síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS). Cada año, las zoonosis (enfermedades e infecciones transmitidas por animales, en su mayor parte en estado silvestre, a humanos y propagadas posteriormente entre humanos) enferman a unos 2500 millones de personas y causan casi 3 millones de muertes.

Las consecuencias de estas enfermedades en los países y regiones y, en algunos casos, en todo el planeta no solo afectan directamente a la salud de las personas, sino que también deterioran los medios de vida y dan lugar a recesiones económicas. Cuando la enfermedad del Ébola arrasó África occidental en 2014 y se llevó miles de vidas en esa parte del mundo, las restricciones y controles dirigidos a contener la enfermedad también intensificaron la inseguridad alimentaria. Las cadenas de suministro agrícola se vieron perturbadas, lo cual limitó la capacidad de los agricultores de cultivar o vender alimentos. La gente pasó hambre. Algunos murieron de inanición. Muchos perdieron sus medios de vida.

Anteriores crisis derivadas de enfermedades han conllevado experiencias semejantes. Ahora vemos que las ramificaciones directas e indirectas de la pandemia mundial de COVID-19 ponen en peligro la seguridad alimentaria y los medios de vida de cientos de millones de personas. No podemos subestimar las repercusiones generalizadas de las enfermedades zoonóticas en nuestras comunidades, economías ni en la sociedad en su conjunto.

Las enfermedades zoonóticas van en aumento.

La deforestación, los efectos del cambio climático y la intensificación e industrialización de las actividades agrícolas, en combinación con el aumento de la urbanización y el crecimiento demográfico, contribuyen en conjunto a una mayor intrusión de los humanos y el ganado en los hábitats silvestres naturales. En muchas partes del mundo las personas siguen dependiendo en gran medida de los animales para el transporte, la tracción animal, la ropa y la alimentación, y la caza y el consumo de animales silvestres son también prácticas habituales. Esta estrecha relación entre animales y humanos supone que, si brota una enfermedad animal o zoonótica, puede propagarse con rapidez, lo cual pone en peligro las actividades de desarrollo y el potencial de un país.

## Los trabajadores zoosanitarios en primera línea

Una de nuestras primeras líneas de defensa está formada por los profesionales y especialistas zoosanitarios. Su capacidad de dar seguimiento a los animales y mantenerlos sanos mediante prevención, vigilancia, detección y respuesta ante las enfermedades animales infecciosas ofrece una oportunidad de impedir que surjan enfermedades zoonóticas.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) lleva decenios facilitando capacitación y asistencia técnica a profesionales zoosanitarios de todo el mundo, en particular en países que se encuentran en situación de riesgo. El refuerzo de las capacidades de los países forma parte de los esfuerzos más amplios de la FAO por fortalecer el control de las enfermedades en los países, así como su preparación y respuesta, mediante diagnósticos de laboratorio, vigilancia de las enfermedades, investigación de brotes y comunicación al respecto, así como de los esfuerzos por prestar apoyo a la infraestructura nacional y normativa, en particular a la planificación y la adopción de decisiones con base empírica.

La conexión entre laboratorios mediante la Red de Laboratorios de Diagnóstico Veterinario (VETLAB) ayuda a canalizar los conocimientos especializados y a coordinar las medidas centradas en nuestra labor colectiva de control de las enfermedades. La Red VETLAB, establecida por la División Mixta FAO/OIEA de Técnicas Nucleares en la Alimentación y la Agricultura, está integrada por laboratorios veterinarios de distintos países, entre ellos los laboratorios conjuntos FAO/OIEA, y funciona como vía de colaboración al objeto de mejorar las capacidades de laboratorio nacionales, al igual que como mecanismo de respuesta a emergencias para detectar y controlar las enfermedades animales y zoonóticas dentro de las fronteras de un país y fuera de ellas.

Con los años, en reconocimiento de la importancia crítica del diagnóstico rápido y temprano de enfermedades, la División Mixta ha fomentado las capacidades nacionales, al igual que ha capacitado y equipado a cientos de profesionales, en cuanto al uso de una de las pruebas de laboratorio más rápidas y precisas para el diagnóstico de los patógenos animales y zoonóticos: la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y su variante, la reacción en cadena de la polimerasa con transcripción inversa (RT-PCR). Cuando se utilizan “en tiempo real”, estas técnicas pueden ofrecer resultados en apenas unas horas. Estos métodos de prueba diagnóstica no tienen únicamente por objeto su uso por profesionales zoosanitarios. También se utilizan desde hace decenios para diagnosticar diversas enfermedades en los humanos. Encontrará más información al respecto en la página 8.

La RT-PCR en tiempo real es actualmente la prueba de laboratorio más utilizada en relación con la COVID-19. La FAO y el OIEA han fortalecido las capacidades prestando a los países asesoramiento técnico y apoyo para hacer uso de esta técnica. En el marco de esta asociación también se han facilitado kits de diagnóstico de emergencia, en particular reactivos clave para las pruebas de laboratorio, equipo de protección individual, materiales para el muestreo, desinfectantes, material fungible y equipo de otro tipo.

## Salud mundial, responsabilidad mundial

Las enfermedades no entienden de fronteras. Si un país carece de la capacidad de ocuparse adecuadamente de una enfermedad, todos corremos peligro. La FAO y sus Estados Miembros y asociados, entre ellos el OIEA, la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), están adoptando medidas para colaborar con el objeto de proteger a las personas, los animales y el medio ambiente.

La información y la comunicación dentro de unas fronteras nacionales y fuera de ellas pueden ayudar al mundo a ir un paso por delante. La FAO colabora con oficiales y expertos nacionales, regionales e internacionales en el seguimiento y evaluación de las situaciones derivadas de enfermedades. Los Gobiernos y los profesionales que se dedican al control de las enfermedades reciben información actualizada sobre las amenazas planteadas por enfermedades a través de los canales de comunicación de la FAO, como el Boletín de alerta temprana e informes sobre la adopción de medidas. Estos canales emplean fuentes de gobiernos nacionales, regionales e internacionales, así como de organizaciones y otras fuentes especializadas, para presentar el máximo de información posible a fin de propiciar la adopción de medidas de respuesta rápidas y apropiadas.

Los programas informáticos y sistemas especialmente diseñados para reunir y analizar datos y elaborar modelos al respecto están ayudando a detectar tendencias y prever posibles amenazas planteadas por enfermedades, lo cual contribuye a la preparación de los países y permite su respuesta rápida. Por ejemplo, los datos aportados en tiempo real, a menudo por agricultores locales, expertos y gobiernos, por conducto de la aplicación móvil de la FAO de notificación de incidentes (EMA-i) para teléfonos inteligentes constituyen una de las distintas fuentes de que se alimenta el Sistema mundial de información sobre enfermedades animales de la FAO (EMPRES-i). EMPRES-i, que se actualiza a diario con datos de más de 190 países, genera mapas de posibles amenazas y está vinculado con el Sistema mundial de alerta y respuesta temprana para las principales enfermedades animales, incluidas las zoonosis (GLEWS+), que comparte información con la OMS y la OIE.

## Enfoque “Una salud”

La respuesta a la siguiente pandemia mundial exigirá que todos intervengamos en todos los sectores y disciplinas. La FAO, junto con sus asociados, como la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), propone un enfoque denominado “Una salud”. El enfoque comporta la coordinación de las medidas mediante la vinculación de la salud humana, animal y ambiental en los planos local, nacional, regional y mundial. Ello es especialmente pertinente para hacer frente a las enfermedades zoonóticas y a la resistencia a los antimicrobianos, así como para mejorar la bioseguridad y la bioprotección, los sistemas nacionales de laboratorio y el desarrollo de la fuerza de trabajo.

Al congregar a especialistas en sanidad animal junto con expertos como médicos, bioestadísticos, biólogos, ecólogos, científicos y epidemiólogos sobre el terreno, conforma una línea de defensa completa que puede reforzar nuestra posición mundial frente al surgimiento de enfermedades zoonóticas.

Nuestra salud mundial cuenta con que todos nosotros compartamos información, colaboremos y adoptemos medidas concretas para salvaguardar la salud humana, animal y ambiental. Solo entonces podremos protegernos de las consecuencias de las enfermedades zoonóticas e impulsar nuestra labor orientada al logro de la seguridad alimentaria y sanitaria mundiales conforme a lo previsto en el Objetivo de Desarrollo Sostenible 3 de las Naciones Unidas. Ello es esencial para nuestra vida cotidiana y para que prosigan nuestros esfuerzos mundiales por cumplir los objetivos expuestos en la Agenda 2030 de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible.

# La victoria mundial contra la COVID-19 requiere asociaciones creativas

Takako Ohyabu



Takako Ohyabu es la Directora de Asuntos Corporativos Internacionales de Takeda Pharmaceutical Company Limited. Posee amplia experiencia en comunicación corporativa internacional en diversas industrias y tiene formación en ciencias políticas y en administración y relaciones públicas.

La respuesta mundial a la COVID-19 ha fortalecido la resiliencia de la humanidad y puesto de relieve el poder sin parangón de las alianzas creativas. También pone de manifiesto el considerable costo humano y financiero de los sistemas de salud precarios, con cuyas consecuencias lamentablemente están muy familiarizadas las comunidades que hacen frente a enfermedades infecciosas y no transmisibles en el mundo en desarrollo. Cuando empezó la lucha contra la COVID-19, hacía ya mucho tiempo que se habían desatado batallas contra otras numerosas amenazas para la salud.

El reto que plantean las crisis sanitarias —ya sean inmediatas o gestadas durante décadas— es de más magnitud que desarrollar medicamentos o vacunas que sean seguros y efectivos. El mundo necesita la suficiente cantidad de trabajadores sanitarios cualificados para atender a todos los pacientes; cadenas de suministro que garanticen el acceso fiable al equipo indispensable, a agua limpia, alimentos y medicinas; atención preventiva constante para todos,

especialmente para los niños, las madres y otros grupos de población vulnerables; comunidades empoderadas con conocimientos sobre los cuidados y con acceso a ellos, y mucho más. Todo esto requiere una multitud de asociados comprometidos en hacer el camino y mantener el rumbo.

El fortalecimiento de los sistemas de salud y de la creación de capacidad requiere compromisos financieros importantes y a largo plazo y se basa en alianzas intersectoriales e interinstitucionales que en ocasiones pueden ser difíciles de comprender y de mantener. Estas prioridades, que raramente producen resultados inmediatos anunciados a bombo y platillo, ofrecen beneficios que en tiempos de crisis brillan con luz propia, dado que hasta el más sofisticado arsenal de intervenciones y tecnologías no sería provechoso a gran escala sin sistemas de funcionamiento en que apoyarse.

Durante más de un decenio, el Programa Mundial de Responsabilidad Social Corporativa y las alianzas de Takeda han estado asumiendo compromisos a largo plazo para fortalecer los sistemas de salud y crear capacidad en el mundo en desarrollo. La lucha contra la COVID-19 no hace sino amplificar la importancia de nuestro Programa Mundial de Responsabilidad Social Corporativa, así como las alianzas a las que damos apoyo y las capacidades que dichas alianzas han creado, que ahora son parte del bagaje mundial contra la pandemia.

En Takeda hemos meditado largo y tendido sobre cómo seguir prestando apoyo a lo que sabemos que es esencial para ayudar a los sistemas de salud a afrontar problemas muy arraigados y las emergencias existentes sin dejar por ello de responder al desafío nuevo y sin precedentes que plantea la COVID-19. En el marco del Programa Mundial de Responsabilidad Social Corporativa, seguiremos apoyando la labor en curso con los sistemas de salud, como la salud de la madre, del niño y del recién nacido, así como el fortalecimiento de la cadena de suministro y la capacitación

de los trabajadores sanitarios. También hemos creado, con homólogos de la industria, la alianza CoVIg-19 Plasma Alliance para acelerar el desarrollo de un posible tratamiento con plasma para la COVID-19, y hemos señalado maneras razonadas de movilizar recursos filantrópicos durante todo el ciclo de la pandemia y de seguir impulsando los sistemas de salud en estos momentos y a largo plazo.

Para nosotros es importante que en los esfuerzos que apoyamos se trabaje de manera colaborativa e integral, y no de forma aislada. ¿El resultado? Una donación de 23 millones de dólares de los Estados Unidos destinada a tres organizaciones de las Naciones Unidas: el OIEA, el Programa Mundial de Alimentos (PMA) y el Fondo de Población de las Naciones Unidas (UNFPA). Los esfuerzos singulares desplegados por estas organizaciones respectivamente para mejorar la capacidad nacional de diagnóstico, fortalecer las cadenas de suministro de la salud pública en situaciones de pandemia y velar por el acceso continuo a una atención de salud de calidad para la madre y el recién nacido, concuerdan directamente con el Plan Mundial de Respuesta Humanitaria a la COVID-19 de las Naciones Unidas y fortalecen los sistemas de salud para prevenir las emergencias en el futuro.

A través de nuestra cimentada relación con el OIEA, sabíamos que este ya estaba trabajando en la detección y el diagnóstico de enfermedades zoonóticas. El OIEA poseía tecnología existente sumamente provechosa para movilizar ante la nueva pandemia y, como miembro del Equipo de Gestión de Crisis de las Naciones Unidas en relación con la COVID-19, que lidera la Organización Mundial de la Salud, estaba preparado para desplegarla para atender las necesidades inmediatas de los Estados Miembros de las Naciones Unidas.

Al evaluar las posibles donaciones en relación con la COVID-19, valoramos que la asistencia prestada por el OIEA en caso de emergencia no solo incluía kits de diagnóstico y equipo esencial de bioseguridad, como equipo de protección personal

y armarios de laboratorio, sino que también ofrecía creación de capacidad técnica para ayudar a detectar e identificar con rapidez y exactitud el nuevo coronavirus causante de la COVID-19. Este enfoque integral aborda el desafío inmediato que se aproxima a los países de todo el mundo y amplía las capacidades de diagnóstico técnicas y operativas de los laboratorios nacionales a largo plazo.

La sinergia entre las actividades del OIEA, el PMA y el UNFPA relacionadas con la COVID-19 permite abordar la crisis con un enfoque de “fuerzas combinadas”, en el que cada organización despliega un conjunto exclusivo de fuerzas complementarias para amplificar mutuamente los efectos de unas y otras. Takeda apoya la colaboración interinstitucional tanto como los esfuerzos individuales a efectos de fortalecer la respuesta a la crisis que se vive hoy. Creemos en la fuerza de unos sistemas de salud sólidos y de las asociaciones creativas para hacer frente a los desafíos actuales y para prevenir y prepararse para los que puedan surgir en el futuro.

## Belarús recibe equipo del OIEA para evaluar las amenazas radiológicas relacionadas con los incendios forestales



**El equipo del nuevo laboratorio móvil durante un ejercicio de capacitación práctica en muestreo del suelo y el aire en la zona de exclusión de Chornóbil, en mayo de 2020.** (Fotografía: R. Nenashev/Reserva Radioecológica Estatal de Polesia, Belarús)

Cuando se producen incendios forestales en emplazamientos donde los niveles de radiación son notablemente elevados, como los que acontecieron en abril de 2020 en la zona de exclusión de Chornóbil, que se extiende por la frontera que separa Belarús y Ucrania, tanto los funcionarios como el público quieren saber si existe un riesgo elevado de exposición a la radiación. Si bien ese riesgo no existió durante la serie de incendios forestales en el norte de Ucrania en la zona de exclusión, a solo 16 kilómetros de la frontera belarusa, con los nuevos equipos enviados por el OIEA a Belarús, en el futuro los científicos estarán mejor preparados para la monitorización radiológica.

Los incendios forestales se producen de forma recurrente en los espacios abandonados de la zona de exclusión, un área de 4760 kilómetros cuadrados alrededor de la central nuclear que, mayormente, ha estado deshabitada desde el accidente nuclear de Chornóbil de 1986. En estas circunstancias se hace necesario contar con datos científicos sólidos para garantizar una respuesta adecuada y proteger la salud, tanto del público como del personal directamente

afectado, como los bomberos, los obreros forestales, los guardias de fronteras, los científicos y los técnicos que trabajen en la zona.

En respuesta a una solicitud de Belarús, el OIEA ayudó a diseñar y conseguir para el país un laboratorio móvil dotado de todos los instrumentos y herramientas necesarios para la monitorización radiológica del aire y el medio ambiente.

“La dedicación de los especialistas del Organismo y las contrapartes belarusas permitió diseñar y hacer realidad un laboratorio móvil bien equipado y adecuado para los fines previstos, con miras a ayudar a Belarús a responder con rapidez a las amenazas radiológicas que plantean actualmente los incendios forestales en la zona de exclusión”, dice Peter Swarzenski, Director Interino de los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente.

El laboratorio móvil se puede transportar para su uso en operaciones campo a través y sirve como estación de trabajo sobre el terreno para un equipo de cuatro personas. Está equipado con un dispositivo portátil para el muestreo del

aire, un espectrómetro gamma de mano, un monitor de radiación para medir muestras ambientales, un kit de muestreo de suelos, equipos de protección individual, instrumentos de navegación y comunicación, un generador eléctrico y un espacio de trabajo con una computadora y otros aparatos.

Las muestras de aire recogidas en los lugares de los incendios forestales deben ser analizadas para determinar con exactitud la actividad de los isótopos radiactivos de cesio, estroncio y de los elementos transuránicos.

El OIEA está prestando asistencia a Belarús por conducto de un proyecto de cooperación técnica iniciado en 2018, que se ha centrado principalmente en ayudar al personal científico y técnico de la Reserva Radioecológica Estatal de Polesia, en Belarús, a ampliar sus conocimientos y aptitudes profesionales, en especial en lo que respecta a la dosimetría de la incorporación de radionucleidos por inhalación, así como a la búsqueda y la adquisición de los instrumentos, herramientas y artículos fungibles adecuados para la monitorización radiológica, el muestreo

del aire y el suelo, y el procesamiento y la medición de muestras.

“Junto con el laboratorio radiológico móvil, el OIEA ha hecho una contribución importante para el fortalecimiento de nuestras actividades en los ámbitos de la investigación y la monitorización de la contaminación radiactiva, por medio de actividades de capacitación, visitas científicas y la adquisición de los equipos y suministros necesarios. Eso es justo lo que necesitamos en esta etapa”, observa Mikhail Patsiomkin, especialista principal del Ministerio para Situaciones de Emergencia de Belarús.

### **Los datos científicos ayudan a mejorar la comunicación con la población local**

Otro componente fundamental de la respuesta a emergencias, además de la recopilación y el análisis de datos, es comunicar información a la población local cuando hay incendios forestales activos a escasos kilómetros de sus comunidades.

“Al evaluar los desafíos y las amenazas radiológicas durante los incendios recientes en la parte ucraniana de la zona de exclusión, los medios de comunicación tuvieron en cuenta la opinión de la Reserva Radioecológica

Estatal de Polesia, que se había visto afianzada por el apoyo técnico y científico del OIEA. El resultado fue que la información publicada en los medios de comunicación belarusos en general fue fiable y basada en una opinión autorizada”, señala el Sr. Patsiomkin.

En mayo de 2020 el proyecto de cooperación técnica del OIEA se aproxima a su fin y Belarús es ya un país bien equipado para evaluar las amenazas radiológicas que se pudieran derivar de incendios forestales en el futuro.

— *Elodie Broussard*

## **Cosechas tolerantes a la sequía: el OIEA y la FAO ayudan a Zambia a mejorar la producción y aumentar los ingresos de los agricultores**

Dos nuevas variedades de caupí, cultivo que proporciona una fuente importante de proteínas para la población de Zambia, se están distribuyendo con el fin de poner a disposición de los agricultores y las comunidades locales mejoras considerables del rendimiento y la calidad de los cultivos. Las nuevas variedades de caupí, legumbre que se cultiva principalmente en África, maduran antes y, por lo tanto, necesitan menos agua, lo que les permite resistir mejor la sequía. Estas variedades tienen un rendimiento superior al de las locales en condiciones de sequía y, además, han demostrado mayor

productividad que las variedades locales ante determinadas enfermedades y plagas. Las semillas de estas variedades de caupí, que se han desarrollado por medio de tecnologías nucleares, estarán a disposición de los agricultores a finales de 2020.

El OIEA, en alianza con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), procura mejorar la seguridad alimentaria en todo el mundo mediante el empleo de las ciencias nucleares. Por medio de esta alianza, se ejecutan programas de

fitomejoramiento mediante el uso de tecnologías nucleares cuyo resultado es la producción de más cultivos con características mejoradas.

Fatma Sarsu, fitotécnica y genetista de la División Mixta FAO/OIEA de Técnicas Nucleares en la Alimentación y la Agricultura, señala que “la producción de cultivos en buena parte de África, incluida Zambia, se ve mermada por el calor, la sequía, las plagas y las enfermedades, hasta el punto de que algunos agricultores no pueden cultivar suficientes alimentos. El aumento de la sequía en los últimos

**Kalaluka Munyinda, Profesor del Departamento de Fitología, posa frente al campo de ensayo para el cultivo de nuevas variedades vegetales de la Universidad de Zambia.** (Fotografía: Universidad de Zambia)



años y los efectos del cambio climático están acentuando los desafíos que ya eran comunes entre los agricultores. El desarrollo de variedades de cultivos mejoradas por medio del fitomejoramiento es una manera de hacer frente a este problema”.

Las dos nuevas variedades de caupí, denominadas Lunkhwakwa y Lukusuzi, se desarrollaron mediante irradiación, técnica que acelera el proceso natural de obtención de variaciones genéticas de las plantas. En estos momentos, los cultivos se encuentran en proceso de multiplicación, y en noviembre de 2020 las semillas se distribuirán a 800 agricultores para que las planten.

“Nuestro objetivo principal son los agricultores de las zonas áridas del país, que en los últimos años han tenido problemas para cultivar suficientes alimentos debido a las condiciones de sequedad extrema”, explica Kalaluka Munyinda, Profesor del Departamento de Fitología de la Universidad de Zambia. “Los desafíos que afrontan estos agricultores son problemas fundamentales a los que debemos dar respuesta mediante la mejora por inducción de mutaciones. Además, como estas

nuevas variedades son asimismo más tolerantes a las enfermedades, tenemos previsto cultivarlas también más adelante en zonas con pluviosidad elevada en las que las pérdidas de productividad derivadas de las enfermedades suponen una amenaza mayor para los agricultores”.

Con el fin de atender la demanda de los agricultores respecto de las características de los cultivos deseadas, científicos del Laboratorio de Agricultura y Biotecnología FAO/OIEA en Seibersdorf (Austria) sometieron las semillas de las variedades locales a irradiación gamma, induciendo así cambios en su estructura genética. A raíz de ello, las semillas irradiadas se devolvieron a Zambia, donde fueron plantadas en campos de ensayo para observar sus características en las condiciones locales. Durante el proceso de ensayo los agricultores colaboraron con científicos en la selección de las plantas mejoradas.

“Las sequías de los dos últimos años, entre 2018 y 2020, nos han afectado gravemente, y el rendimiento de los cultivos aquí no ha sido positivo, pero ahora contamos con variedades que ofrecen una productividad

buenas con poca lluvia”, indica un agricultor del distrito de Chirundu, en el sur del país. “Al principio solo teníamos una variedad de caupí que era de maduración tardía, pero ahora tenemos acceso a nuevas variedades de maduración temprana. Queremos crear una comunidad que sea resiliente al clima mediante el aumento del número de variedades que se cultivan en ella”.

Se espera que el proyecto se traduzca en un incremento de la seguridad alimentaria y de los ingresos de los agricultores. Según el Sr. Munyinda, “en algunos lugares las nuevas variedades ofrecen un rendimiento hasta un 10 % superior al de las variedades parentales, lo que, para los agricultores, significa que no solo podrán cultivar más alimentos, sino también aumentar sus ingresos. Además, estas variedades son más tolerantes a enfermedades como la causada por el hongo Ascochyta, que disminuye drásticamente el rendimiento en algunas zonas. De ese modo, pretendemos mejorar la seguridad alimentaria nacional, tanto mediante el aumento de la disponibilidad de alimentos como a través de la mejora de la nutrición”.

— *Carley Willis*

**Nuevas variedades de caupí están ayudando a muchos agricultores de toda África a aumentar el cultivo de alimentos a pesar de la sequía.** (Fotografía: Prince M. Matova / Instituto de Mejoramiento de Cultivos, Zimbabwe)



## El OIEA elabora estándares para ayudar a los laboratorios a medir los cambios en el medio ambiente



**Manejo cuidadoso de una muestra para su análisis.** (Fotografía: OIEA)

En 2020, el tema del Día Mundial del Medio Ambiente, que se celebra el 5 de junio, fue “la hora de la naturaleza”. Sin duda, es hora de comprender los mensajes transmitidos por la naturaleza a través de millones de cambios minúsculos que empiezan a causar grandes transformaciones en los ecosistemas mundiales. El OIEA y sus asociados disponen de instrumentos nucleares con los que llevan más de 50 años midiendo esos cambios con gran precisión. Los conjuntos de datos y materiales de referencia generados, que miles de científicos han ido acumulando en cientos de laboratorios, están ahora en línea a plena disposición del público y de los encargados de formular políticas para elaborar políticas de conservación eficaces.

Los laboratorios de todo el mundo pueden avalar su ejecución y su grado de precisión comparando sus resultados directamente con materiales de referencia normalizados conocidos que han sido objeto de mediciones y cuantificaciones minuciosas. Por ello, un acceso fácil a las normas de referencia es fundamental para evaluar de forma cuantitativa e imparcial la competencia de un laboratorio.

Desde principios de la década de 1960, el OIEA ha ido elaborando un amplio conjunto de materiales de referencia que pone a disposición de los laboratorios de todo el mundo para ayudarles a garantizar la calidad de los resultados obtenidos mediante técnicas analíticas

nucleares. Esos productos de referencia remiten a resultados fiables y precisos de estudios de radionucleidos ambientales, isótopos estables, oligoelementos y contaminantes orgánicos. Se pueden consultar en el sitio web del OIEA de Productos de Referencia para el Medio Ambiente y el Comercio, recientemente mejorado, que ofrece datos de repositorio perfeccionados, mayor capacidad de búsqueda y un sistema en línea para la compra de materiales de referencia certificados.

“Con el sitio web modernizado se puede navegar fácilmente por una amplia gama de productos de referencia disponibles para nuestros clientes externos, lo que contribuye a que mejoren y mantengan su excelencia analítica”, afirma Manfred Groening, Director del Laboratorio de Medio Ambiente Terrestre del OIEA.

Sustancias orgánicas obtenidas de una amplia gama de productos, como polvo de pescado y de ostras, arroz, hierba, acículas de abeto, musgo, celulosa, maderas antiguas y modernas, sedimentos terrestres y marinos, agua de mar, agua destilada, materiales rocosos en polvo (como obsidiana), carbonatos y gases y productos químicos puros, se procesan en los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente en condiciones estrictamente controladas. Estos materiales de referencia se ofrecen con fines científicos para ayudar a los laboratorios a investigar y proteger el medio ambiente.

“La participación periódica en las pruebas de competencia del OIEA y el acceso a materiales de referencia para las mediciones de radionucleidos en el medio ambiente es muy importante para nosotros”, afirma Hamid Marah, Director Científico del Centro Nacional de Energía, Ciencias y Tecnologías Nucleares de Marruecos (CNESTEN).

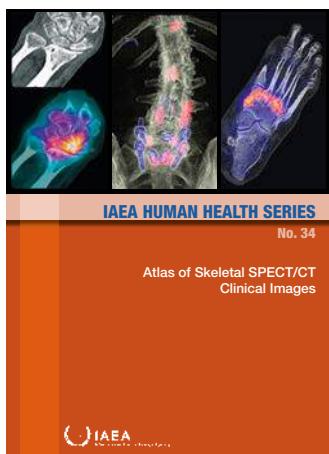
“Este acceso contribuye a que nuestro centro de investigación demuestre su excelencia analítica y presta apoyo a todas las actividades con las que garantizamos el bienestar del público”.

Se han puesto a disposición de la comunidad científica más de 90 materiales de referencia distintos referidos a radionucleidos, isótopos estables, oligoelementos y contaminantes orgánicos. En total, se distribuyen anualmente a más de 600 laboratorios más de 2000 unidades individuales de esos materiales de referencia. Además, 700 laboratorios al año se benefician de servicios de garantía de la calidad al recibir gratuitamente varios miles de muestras similares específicas correspondientes a las pruebas de competencia del OIEA que en gran parte se tramitan a través del portal de Productos de Referencia para el Medio Ambiente y el Comercio.

“El OIEA es el mayor proveedor mundial de materiales de referencia matriciales relativos a radionucleidos. Algunos de esos productos de referencia, por ejemplo, los de caracterización de las razones de isótopos estables, son del más alto nivel metrológico como normas internacionales de medida”, afirma el Sr. Groening.

Con la actualización, el portal web proporcionará un acceso ampliado a esa biblioteca de recursos, de modo que los laboratorios de todo el mundo puedan adquirir los materiales de referencia especializados del OIEA a través de un sistema más fácil de utilizar, además de registrarse para las correspondientes pruebas de competencia. Cada año, más de 1000 laboratorios de más de 70 países utilizan los servicios registrados disponibles mediante este sistema especializado.

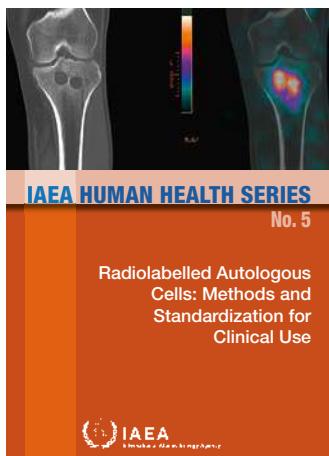
— Jennet Orayeva y John Brittain



### Atlas of Skeletal SPECT/CT Clinical Images

Esta publicación se centra concretamente en la tomografía computarizada por emisión de fotón único combinada con tomografía computarizada (SPECT/TC) en la imagenología musculoesquelética y, así, describe las ventajas intrínsecas de la combinación en un único procedimiento de los componentes metabólico y anatómico. Además, el atlas proporciona información sobre la utilidad de varios conjuntos de indicaciones específicas. Esta obra, que tiene más la función de instrumento de capacitación que de manual, ayudará a integrar más la experiencia en el empleo de la SPECT y la TC en la práctica clínica mediante la presentación de una serie de casos típicos con muchos patrones de SPECT/TC diferentes vistos en la gammagrafía ósea.

*Informes sobre Salud Humana del OIEA* N° 34; ISBN: 978-92-0-103416-8; edición en inglés; 75,00 euros; 2016



### Radiolabelled Autologous Cells: Methods and Standardization for Clinical Use

Esta publicación es un recurso útil para los médicos especialistas en medicina nuclear, radiólogos, radiofarmacéuticos, farmacólogos y otros investigadores que trabajan con el marcado isotópico de productos autólogos para su aplicación clínica. El volumen proporciona directrices prácticas para la labor clínica con productos autólogos radiomarcados y tiene por objeto simplificar la variedad de estrategias que han ido surgiendo, por ejemplo, para la manipulación de glóbulos rojos y blancos radiomarcados. En la publicación se destaca la importancia de la calidad de los servicios de marcado isotópico, se ofrece asesoramiento sobre cuestiones de seguridad y se aborda también la utilización de otros productos autólogos radiomarcados y su traducción al entorno clínico.

*Informes sobre Salud Humana del OIEA* N° 5; ISBN: 978-92-0-101310-1; edición en inglés; 55,00 euros; 2014

Si necesita información adicional o desea encargar un libro,  
póngase en contacto con:

Dependencia de Mercadotecnia y Venta  
Organismo Internacional de Energía Atómica  
Vienna International Centre  
P.O. Box 100, A-1400 Viena (Austria)  
Correo electrónico: [sales.publications@iaea.org](mailto:sales.publications@iaea.org)



Medidas Integradas contra las Enfermedades Zoonóticas

Puede encontrar más información en la dirección: [www.iaea.org/services/zodiac](http://www.iaea.org/services/zodiac)



Lea este y otros números del Boletín del OIEA en línea en  
[www.iaea.org/bulletin](http://www.iaea.org/bulletin)

Para más información sobre el OIEA y su labor, visite [www.iaea.org](http://www.iaea.org)  
o síganos en



ISSN 0534-7297      20-01864S