



ARCAL

**ACUERDO REGIONAL DE COOPERACIÓN PARA LA PROMOCIÓN DE LA
CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA NUCLEARES EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE**

INFORME ANUAL

Año: 2023

País: México

**Coordinación Nacional de ARCAL
Marzo de 2023**



CONTENIDO

1. Resumen Ejecutivo
2. Participación del Coordinador Nacional en las actividades de ARCAL
3. Resultados, dificultades y problemas presentados durante la marcha de los proyectos, y del Acuerdo
4. Impactos
5. Aporte económico estimado del país al programa:

Anexo 5.1 – Formato para el Informe Anual de las Actividades de ARCAL en el país
Anexo 5.2 – Tabla de indicadores financieros para valorar el aporte de los países



1.-RESUMEN EJECUTIVO

En este informe se presenta la participación del país México en los 12 proyectos ARCAL, del ciclo 2022-2023, y en 4 de extensión, correspondientes al ciclo 2020-2021, considerando las actividades llevadas a cabo del 1° de enero al 31 de diciembre de 2023.

Se incluyen los aportes realizados para la realización de los diferentes eventos nacionales, así como la participación de las contrapartes en eventos internacionales.

Los proyectos activos, se centran en las áreas temáticas de seguridad alimentaria, salud humana, medio ambiente, energía, y tecnologías con radiación.

En el marco del proyecto “**RLA070 Fortalecimiento de la cooperación regional (ARCAL CLXXXVI)**”, se elaboró un documento resumen para planificar y comunicar en términos de una lógica vertical, la información más relevante de un proyecto, se realizó el recorrido de formulación de acuerdo a la lógica del LFA, para finalizar la etapa de diseño de los proyectos regionales propuestos para el ciclo 2024-2025.

Por otra parte, como resultado del proyecto “**RLA1020 Promoción de la tecnología de la radiación en polímeros naturales y sintéticos para desarrollar nuevos productos, con hincapié en la recuperación de residuos (ARCAL CLXXIX)**”, la asignación al PVC, ya sea rígido o plastificado, un método de reciclaje y uso, disminuyendo el impacto ambiental al reducir su desecho. La presencia de las partículas de plata promoverá al material final las características auto-antimicrobianas, pudiendo ser utilizados en mesas de laboratorios, escritorios, cocinas o productos que necesiten esas propiedades.

Respecto, al proyecto “**RLA1021 Fortalecimiento de las capacidades y promoción de nuevas tendencias relacionadas con las tecnologías de irradiación con fines de cuarentena**”, algunos de los aportes realizados por México, a la Reunión Regional sobre la Aplicabilidad y la Viabilidad de la Tecnología de Irradiación con Fines de Cuarentena, coordinada por el ININ, y siendo este la Sede, del 04 al 08 de diciembre 2023, fueron muy valiosos al mostrar a los asistentes resultados reales y tangibles de la utilidad de la tecnología de irradiación y ver trabajando de manera coordinada al personal de los sectores involucrados en el control cuarentenario; y tras conocer la experiencia de la irradiación de alimentos en México como tratamiento fitosanitario, los asistentes apreciaron la importancia de tener aliados estratégicos con instituciones públicas, privadas y reguladores.

Esta actividad, contó con el soporte permanente de la TO Celina Horak, el PMO Facundo Deluchi y la DTM Celeste Cingolani, en los aspectos técnicos, administrativos y los acuerdos en relación al programa presentado por los organizadores del ININ y la logística del evento. Estas comunicaciones se llevaron a cabo durante varios meses del año 2023.

Para el proyecto “**RLA1022 Mejora de la satisfacción de la demanda regional de productos y servicios de reactores nucleares de investigación (ARCAL CLXXX)**”, se tiene como principal logro, tener una comunicación directa con expertos de los reactores de investigación de la región, con los cual es posible resolver de la manera más adecuada y rápida, problemas comunes.

Asimismo, se establecieron líneas de comunicación, entre los integrantes participantes en el proyecto, con esto se pueden potenciar y complementar las capacidades de los reactores que forman la red regional de Reactores de Investigación de América Latina y el Caribe.



Para el proyecto **RLA5085 Fortalecimiento de la capacidad de los laboratorios oficiales para monitorizar brotes de enfermedades animales y zoonóticas prioritarias y responder a ellos (ARCAL CLXXIV)**, la Contraparte, comunico que no se llevaron a cabo actividades en 2023.

Respecto al proyecto, “**RLA5086 Reducción de la tasa de mortalidad de la trucha arco iris asociada al virus de la necrosis pancreática infecciosa y a enfermedades emergentes mediante técnicas moleculares y ómicas (ARCAL CLXXV)**”, las actividades generales del proyecto que incluyen reuniones virtuales y presenciales, se han realizado de manera acorde a lo planificado. Asimismo, las actividades de obtención de muestras para el diagnóstico de IPNV y para conocer la variabilidad genética de las poblaciones de trucha en el país, se han llevado a cabo conforme se han dado a conocer de la ocurrencia de casos.

Los aportes reales del proyecto son la obtención de 5 aislamientos del virus de la necrosis pancreática infecciosa (IPNV), obtenidos de igual número de casos de ocurrencia de brotes de la necrosis pancreática infecciosa en el centro del país. Estos aislados serán caracterizados molecularmente y comparados con los aislados previamente obtenidos en México y, con los aislados de otros países.

Por lo que se refiere al proyecto “**RLA5089 Evaluación de los efectos de los metales pesados y otros contaminantes en los suelos contaminados por actividades de origen antropógeno y natural (ARCAL CLXXVII)**”, cabe destacar, que el proyecto contribuyó con la formación de recurso humanos mexicanos en el muestreo de suelos, preparación de muestras, medición de metales pesados por fluorescencia de rayos X y análisis por activación neutrónica, con los cual se aprovechó la formación y entrenamiento para diseñar, planear y realizar el estudio prospectivo en la subcuenca del río Escanela de México.

Las mejores prácticas durante la conducción de este proyecto han sido la cooperación entre profesionistas y técnicos para la organización y realización de los cursos regionales de entrenamiento.

Por otra parte, la gestión del “**RLA6085 Fortalecimiento de las capacidades de los centros de ciclotrones/tomografía por emisión de positrones de la región (ARCAL CLXXXIII)**”, ha sido exitosa, puesto que tanto las reuniones de coordinación como las actividades que se planearon en el proyecto original, se han desarrollado en tiempo y forma, lo que ha permitido el intercambio de prácticas exitosas en la operación y mantenimiento de ciclotrones, así como las de producción y control de calidad de radiofármacos PET, en las que México tiene más de 20 años de experiencia en la Facultad de Medicina de la UNAM.

Con respecto al proyecto “**RLA6086 Integración de las técnicas de medicina nuclear en un enfoque multimodal en cardiología para el diagnóstico precoz y la estratificación del riesgo de enfermedad cardiovascular en mujeres Latinoamericanas**”, México participó en distintos eventos en el marco de proyecto. Asimismo, se elaboró el artículo: “*Epidemiology of cardiovascular disease and risk factors in Latin American and Caribbean women*” cuya elaboración esta completada al 100%, y se está a la espera de su aprobación para publicación final.

También se elaboró el video, en formato de una pequeña cápsula con el lema “Soy mujer, soy nuclear, soy ARCAL”, para conmemorar el Día Internacional de la mujer en el mes de marzo 2023, el cual fue publicitado en redes de ARCAL (Facebook), y se participó en el proyecto de “Atlas de casos clínicos imagen cardiovascular en la mujer”, aún en elaboración y recopilación



de la información. Se enviaron casos clínicos con imágenes representativas, aún en proceso de aprobación, con un avance del 70%, y se está en espera del visto bueno de los casos enviados para inclusión.

Respecto, al proyecto **“RLA6089 Uso de isótopos estables para reducir los riesgos nutricionales en mujeres embarazadas y su impacto en los lactantes (ARCAL CLXXXIV)”**, se espera que este proyecto sobre la CC de las mujeres embarazadas, y su impacto en los lactantes, permita generar evidencia útil para mejorar la gestión de programas y políticas públicas relacionadas a la malnutrición de este grupo poblacional en la Región.

Todos los países consideran que la finalización del proyecto representa un aporte importante, para lo que es la salud materno infantil en toda la región, que ya brindará evidencia importante sobre la composición corporal de las embarazadas y cómo esta impacta en la salud infantil.

Según lo antes expuesto, y debido al atraso en la autorización de algunos comités de ética y las dificultades para envío y recepción de equipos y suministros de laboratorio indispensables para iniciar el proyecto se prevé, que para la mayoría de los países el proyecto definitivamente no pueda ser concluido en 2024, requiriéndose una extensión hasta el 2025, por lo que extender el proyecto RLA6089 permitiría concluir a cabalidad el protocolo y presentar resultados concluyentes en este período relacionados a nutrición.

En cuanto al proyecto, **“RLA6090 Refuerzo de la gestión de la radioterapia para el tratamiento del cáncer cervicouterino en América Latina y el Caribe (ARCAL CLXXXII)”**, los resultados fueron:

- a) Primera reunión virtual de coordinación, realizada del 21 al 23 de febrero del 2022. Se propuso desarrollar y difundir un sistema de información relacionado con el tratamiento con radioterapia de cáncer cervicouterino.
- b) Participación presencial en el Regional Training Course on Quality Management in Radiotherapy. Realizado en Chicago del 29 de agosto al 2 de septiembre del 2022.
- c) Envío de formulario de diagnóstico situacional para los países participantes, septiembre del 2022.
- d) Reunión virtual de contrapartes, realizada el 19 de octubre del 2022. Se discutieron puntos sobre el avance del proyecto y la adhesión de los países participantes, se crearon 3 grupos: grupos de normas, grupo garantía de calidad y grupo epidemiológico.
- e) Reuniones internas con las participantes de los grupos antes mencionados. Grupo de normas: Dra. Sandra Pérez, grupo de garantías: física Fabiola Valencia y grupo epidemiológico Dra. Elizabeth Trejo Durán, durante los meses de abril, agosto y diciembre del 2023.
- f) Elaboración de un documento donde se establezcan los parámetros investigados y analizados por las participantes, en relación al panorama del cáncer cervicouterino en el país. (aún en proceso).



Luego, para el proyecto **“RLA7026 Evaluación de la contaminación ambiental orgánica e inorgánica en medios acuáticos y de sus efectos en el riesgo de cianobacterias que producen cianotoxinas (ARCAL CLXXVIII)”**, se tiene reportado, como principales logros, el establecimiento de contactos, con empresas relacionadas al área, así como con el Comité de Sanidad Acuícola del Estado Sonora (COAES) y Unión General Obrero, Campesina y Popular (UGOCP), con el objetivo de fortalecer alianzas para la integración de los resultados en sus procesos productivas.

Finalmente, para los proyectos de ciclos pasados, que tuvieron extensión al 2023, se tiene reportado lo siguiente:

“RLA2017 Apoyo a la preparación de planes de desarrollo de energía sostenible a escala regional (ARCAL CLXVI)”

La Contraparte ya no labora en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, por lo tanto, no entregó su informe.

Respecto al proyecto **“RLA5079 Aplicación de técnicas radio analíticas y complementarias para vigilar la presencia de contaminantes en la acuicultura (ARCAL CLXXI)”**, la Contraparte, quien además es DTM, no entregó su informe de 2023, sin aclarar el por qué.

En cuanto al **“RLA5080 Fortalecimiento de la colaboración regional entre laboratorios oficiales para hacer frente a nuevos desafíos relacionados con la inocuidad de los alimentos (ARCAL CLXV)”**, se tiene como uno de los resultados principales, el fortalecimiento de la colaboración regional entre laboratorios oficiales para hacer frente a nuevos desafíos relacionados con la inocuidad de los alimentos.

Finalmente, de los proyectos de continuación al 2023, se tiene al **RLA6084**, denominado **Fortalecimiento del desarrollo de recursos humanos a nivel regional en las diferentes ramas de la radiofarmacia (ARCAL CLXIX)**, cuyos resultados principales, fueron la realización de una encuesta sobre la situación de Radiofarmacia en América Latina que permitió identificar la urgente necesidad de la región de recibir formación, evaluación, certificación y acreditación en este campo debido a la rápida evolución de la especialidad con la incorporación de radiofármacos teranósticos y otros radiofármacos emergentes, incluyendo la terapia con emisores alfa.

A partir de esa información se diseñó una estrategia para fortalecer las capacidades de los recursos humanos de radiofarmacia, que tuvo como principales puntos la cooperación entre instituciones académicas locales y regionales para promover la formación de los profesionales de radiofarmacia, la elaboración de un programa de capacitación armonizado como base para las capacitaciones en los diferentes campos de la radiofarmacia, a ser implementados en distintos países de la región, y la capacitación de instructores de distintos países que puedan participar en la implementación de programas educativos a nivel local. También se concretó la etapa de capacitación de instructores mediante un curso virtual que combinó aspectos técnicos con herramientas didácticas necesarias para una docencia actualizada. Finalmente, se realizó un primer curso piloto donde los instructores formados en el curso anterior, apoyados por expertos, pusieron en práctica sus capacidades docentes.



ARCAL
ACUERDO REGIONAL DE COOPERACIÓN PARA LA PROMOCIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA
NUCLEARES EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

El proyecto estaba originalmente programado para desarrollarse en los años 2020-2021, pero derivado de las restricciones de viajes por la pandemia por COVID 19 algunas actividades se extendieron hasta el primer trimestre del 2023.

Los objetivos del proyecto se cumplieron parcialmente, dado que no se pudieron llevar a cabo todas las actividades que se habían programado, principalmente por deficiencia presupuestal. En el proyecto original se tenían programados 3 cursos pilotos enfocados en la producción y control de calidad de radiofármacos (SPECT, PET y Terapia), actividades que necesariamente se tenían que realizar de forma presencial por ser cursos teórico-prácticos. Estos cursos se llevarían a cabo en el 2022 cuando había ya menos restricciones para viajar y para tener reuniones presenciales, sin embargo, no se pudieron llevar a cabo en buena medida porque el presupuesto del proyecto, que no se había utilizado en los años 2020-2021, ya no estaba disponible. Después de varias reuniones virtuales con staff del IAEA, se pudo conseguir la asignación de fondos para concluir con las actividades restantes del proyecto, pero ya no fue suficiente para los 3 cursos, por lo que se decidió hacer un solo curso piloto que abarcará radiofármacos para los 3 tipos de aplicaciones: SPECT, PET y Terapia. Es así como el único curso piloto se llevó a cabo en Bogotá, Colombia, del 13 al 17 de marzo del 2023, teniendo como sede el Instituto Nacional de Cancerología en Bogotá, con la contribución de México de dos participantes como profesores: Dr. Miguel A. Ávila Rodríguez y la M. en C. Gabriela Contreras Castaños.



2.- PARTICIPACIÓN DE LA COORDINADOR/A NACIONAL EN LAS ACTIVIDADES DE ARCAL

La Coordinadora Nacional de ARCAL, participó en las siguientes reuniones, talleres, grupos de trabajo y desarrollo de actividades:

- Taller de diseño de proyectos regionales del ciclo 2024-2025 del 30 de enero al 3 de febrero de 2023 en Viena, Austria.
- Primera Reunión para el Fortalecimiento de la Cooperación Estratégica y el Intercambio de Experiencias en la Región de América Latina y el Caribe del 20 al 24 de febrero de 2023 en Viena, Austria.
- Reunión del grupo de Monitoreo y Evaluación de ARCAL, para revisión de los Términos de Referencia, en calidad de Coordinadora de Área Temática de AyA, del 11 al 14 de abril de 2023 en Viena, Austria.
- Participación en la XXIV Reunión Ordinaria del Órgano de Coordinación Técnica de ARCAL (OCTA), del 15 al 19 de mayo de 2023 en Viña del Mar, Chile.
- Participación en la Reunión del grupo de Monitoreo y Evaluación de ARCAL para revisión del impacto de los proyectos, en calidad de Coordinadora de Área Temática de AyA, del 29 al 02 de diciembre de 2023 en Recife, Brasil.
- En el marco del Proyecto RLA5079, con extensión durante el año 2023, “Aplicación de técnicas radio analíticas y complementarias para vigilar la presencia de contaminantes en la acuicultura” (ARCAL CLXXI), se participó en la organización y ceremonia de inauguración del Curso Regional de Capacitación sobre metales Tóxicos y residuos de Plaguicidas en los Productos Acuícolas, los piensos y el Agua relacionados con la producción Agrícola” celebrado en las instalaciones del ININ del 12 al 16 de junio del 2023, en el marco del Proyecto RLA5089 “Evaluación de los efectos de los metales pesados y otros contaminantes en los suelos contaminados por actividades de origen antropogénico y natural (ARCAL CLXXVII).
- Participación en la organización y ceremonia de inauguración del Curso Regional de Capacitación sobre Análisis de Metales Pesados mediante Fluorescencia de Rayos X” celebrado en la Ciudad de México, del 04 al 08 de septiembre del 2023. En el marco del Proyecto RLA 7026 “Evaluación de la contaminación ambiental orgánica e inorgánica en medios acuáticos y de sus efectos en el riesgo de cianobacterias que producen cianotoxinas” (ARCAL CLXXVIII).
- Participación en la ceremonia de inauguración del “Curso Regional de Capacitación sobre Identificación de Especies de Cianobacteria mediante Microscopía y Biología Molecular Básica” celebrado en la ciudad de Mazatlán, Sinaloa, en las instalaciones Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México, del 09 al 13 de octubre del 2023.



- En el marco del Proyecto RLA 1021 "Fortalecimiento de las capacidades y promoción de nuevas tendencias en relación con las tecnologías de irradiación para fines de cuarentena" (ARCAL CLXXXI) se participó en la ceremonia de clausura de la "Reunión Regional sobre la Aplicabilidad y la Viabilidad de la Tecnología de Irradiación con Fines de Cuarentena" celebrado en Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) y San Luis Potosí, México.

3.-RESULTADOS, DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DE LOS PROYECTO Y DEL ACUERDO

RLA0070 Fortalecimiento de la cooperación regional (ARCAL CLXXXVI)

Resultados

Derivado de las actividades realizadas, sobresalen los siguientes resultados: a) Participación en el Taller de diseño de proyectos regionales del ciclo 2024-2025, cuyo objetivo fue finalizar la etapa de diseño de los proyectos regionales propuestos para el ciclo 2024-2025, utilizando la metodología del marco lógico, y como resultado se elaboró un documento resumen para planificar y comunicar en términos de una lógica vertical la información más relevante de un proyecto realizó el recorrido de formulación de acuerdo a la lógica del LFA.

Se adecuaron los proyectos nacionales, a los principios del LFA en la propuesta del OIEA y se armonizaron los objetivos, recursos y planificación de la formulación según los criterios del OIEA, a través de un lenguaje común.

Impacto de las actividades

Los diferentes eventos en los que participó la Coordinadora del proyecto, desarrollados en el año 2023.

Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

No se encontraron

RLA1020 Promoción de la tecnología de la radiación en polímeros naturales y sintéticos para desarrollar nuevos productos, con hincapié en la recuperación de residuos (ARCAL CLXXIX).

Resultados

Durante el año de 2023, se participó en las actividades siguientes:



Participación en reuniones organizadas por OIEA con el PMO, la TO, los dos expertos internacionales del proyecto y personal de Argentina y posteriormente Brasil, en las fechas siguientes: 14 y 28 de junio, 23 agosto, 11 y 30 de octubre y 11 de diciembre de 2023.

Derivado a la jubilación de la Dra. María Esther Martínez Pardo, quien fungió como contraparte del proyecto de cooperación técnica del OIEA RLA102, titulado “Promoción de la tecnología de la radiación en polímeros naturales y sintéticos para el desarrollo de nuevos productos, con énfasis en la recuperación de residuos (ARCAL CLXXIX)”, el 25 de enero de 2024, el Dr. Javier C. Palacios Hernández designó a la Dra. Claudia Elizabeth Gutiérrez Wing, como contraparte oficial del proyecto en comento.

Además, se tuvo participación en las actividades que se mencionan a continuación, contempladas en el plan de trabajo del proyecto RLA 1020:

- EVT 2206399 “Regional Training Course on modification of synthetic polymer waste by radiation”. 04-15 de septiembre. Buenos Aires, Argentina, atendido por Juan Guillermo Martínez Colunga (CIQA).
- EVT2304318 “Regional Training Course on Radiation Technology for Polymer Industry”. 06-10 de noviembre. Sao Paulo, Brasil, atendido por Juan Guillermo Martínez Colunga (CIQA) y Roberto Benavides Cantú (CIQA).

Impacto de las actividades

Actualmente, es difícil imaginar una vida sin plásticos. La vasta utilización de materiales poliméricos a nivel mundial y su consecuente desecho al ambiente es un problema creciente que está afectando a nuestro planeta. En particular, México consume y genera desechos de materiales plásticos, provenientes de productos basados en polietileno (PE), polietileno tereftalato (PET), polipropileno (PP), poliestireno (PS), policloruro de vinilo (PVC), entre otros. Una alternativa para reducir el impacto ambiental se basa en que estos desechos poliméricos, debidamente formulados, puedan modificarse mediante el uso de la tecnología de radiación para mejorar sus propiedades y generar productos con valor agregado.

Este proyecto tiene como objetivo proponer un nuevo proceso de aprovechamiento y reciclaje de desechos de PVC, a partir de su modificación, utilizando radiación ionizante.

El proceso consiste en reforzar la estructura del polímero con un agente entrecruzante. Además, la adición de un precursor a base de plata promoverá la formación de nanopartículas metálicas mediante radiación gamma, la cual agregará valor al producto final.

El impacto del proyecto para el país es poder asignar al PVC, ya sea rígido o plastificado, un método de reciclaje y uso, disminuyendo el impacto ambiental al reducir su desecho. La presencia de las partículas de plata promoverá al material final las características auto-antimicrobianas, pudiendo ser utilizados en mesas de laboratorios, escritorios, cocinas o productos que necesiten esas propiedades.



Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

Considerando que el proyecto está vigente desde enero de 2022, hay un retraso considerable en el desarrollo de las actividades de laboratorio, los cuales se reflejan directamente en el cumplimiento de las metas y alcances propuestos al inicio de este. Este retraso se debe principalmente a que no había suficiente personal que colaborara en la realización de las actividades experimentales.

En octubre de 2023, el equipo de trabajo se reforzó con la contratación de personal técnico y se revisó el programa de trabajo para avanzar en el cumplimiento de las metas de una manera más eficiente, a partir de lo cual se ha tenido un avance importante en el desarrollo del proyecto.

En pruebas preliminares se estableció que es posible generar nanopartículas de plata a partir de la adición de un precursor metálico, AgNO_3 específicamente, a la matriz polimérica, sometiéndola posteriormente a radiación gamma. Esto se observó a través de los estudios de microscopía electrónica que se realizaron.

Se realizaron estudios de degradación del PVC durante el proceso de extrusión, analizando el efecto de la variación del tiempo de residencia del polímero dentro de la cámara de extrusión y observando el nivel de amarillamiento del filamento obtenido al final del proceso. A partir de la caracterización de índice de amarillamiento fue posible definir las condiciones de procesamiento del PVC, simulando el comportamiento del material como reciclado.

Adicional a lo anterior, se prepararon formulaciones de PVC con el agente entrecruzante trimetilolpropano triacrilato (TMPTA), a diferentes concentraciones. Posteriormente se irradiaron las muestras obtenidas con tres dosis de radiación gamma: 40, 50 y 65 kGy. Con base en los resultados presentados en la junta del OIEA, juntamente con los expertos, Dra. Chantara Thevy Ratnam y Dr. Uwe Gohs, se propuso disminuir la dosis de radiación aplicada a los materiales.

Para el año de 2024, se prepararán muestras de PVC rígido y plastificado, adicionado con TMPTA y se establecerán los procedimientos de radiación con las dosis propuestas por los expertos. Se caracterizarán las propiedades mecánicas y el grado de entrecruzamiento de los materiales obtenidos.

RLA1021 Fortalecimiento de las capacidades y promoción de nuevas tendencias relacionadas con las tecnologías de irradiación con fines de cuarentena

Resultados

- Taller Regional para el Establecimiento de Instalaciones de Irradiación con Fines de Cuarentena se celebró del 10 al 14 de julio de 2023 en Buenos Aires, Argentina. El evento reunió a expertos y partes interesadas de la región para debatir y elaborar



estrategias sobre el establecimiento de instalaciones de irradiación para mejorar las medidas de cuarentena de los productos agrícolas y hortícolas. El acto sirvió de plataforma para el intercambio de conocimientos, la colaboración y el desarrollo de una estrategia regional global para la implantación de instalaciones de irradiación. Participó por parte del ININ la Mtra. Elia Gry Patoni, y tuvo la oportunidad de comparar el estudio de factibilidad conceptual, que trabajamos en el ININ para instalaciones con haz de electrones, con la “Estructura del Estudio de Factibilidad presentado por el experto del OIEA, Oscar Acuña y compartir nuestra experiencia al respecto.

- Durante la semana del 4 al 8 de diciembre 2023, el ININ fue sede de la Reunión Regional sobre la Aplicabilidad y la Viabilidad de la Tecnología de Irradiación con Fines de Cuarentena, se realizaron visitas técnicas a plantas de irradiación de alimentos frescos en las ciudades de Matehuala San Luis Potosí y Aguascalientes que aplican tecnologías de radiación gamma y de haces de electrones y rayos X.

Esta actividad contó con el soporte permanente de la TO Celina Horak, el PMO Facundo Deluchi y la DTM Celeste Cingolani en los aspectos técnicos, administrativos y los acuerdos en relación al programa presentado por los organizadores del ININ y la logística del evento. Estas comunicaciones se llevaron a cabo durante varios meses del año 2023. El equipo organizador tuvo reuniones telefónicas y por correo electrónico con los anfitriones y los expositores locales para acordar temas, enfoques y presentaciones para el evento.

Los aportes realizados por México en esta reunión fueron muy valiosos al mostrar a los asistentes resultados reales y tangibles de la utilidad de la tecnología de irradiación y ver trabajando de manera coordinada al personal de los sectores involucrados en el control cuarentenario.

Resaltaron ponencias sobre el tratamiento fitosanitario en México, como la aplicación de dosis de tratamiento genéricas, normas de aplicación específicas y acuerdos de equivalencia. Tras conocer la experiencia de la irradiación de alimentos en México como tratamiento fitosanitario, los asistentes apreciaron la importancia de tener aliados estratégicos con instituciones públicas, privadas y reguladores.

Impacto de las actividades

En definitiva, el mostrar los beneficios que una tecnología, aporta a la sociedad motiva a su desarrollo y aplicación y más aún el demostrar que existe ya una aceptación de los sectores reguladores en la importación y exportación de los productos mediante el trabajo coordinado de productores/empacadores/ operadores de instalaciones/ reguladores/ transportistas/ distribuidores/ comercializadores/ consumidores, es decir en toda la cadena productiva se confirman las bondades de su aplicación.



Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

Hasta esta etapa no consideramos que alguna dificultad que se haya presentado deba tenerse en consideración, no se contemplan usos y adquisiciones de equipos ni materiales.

RLA1022 Mejora de la satisfacción de la demanda regional de productos y servicios de reactores nucleares de investigación (ARCAL CLXXX)

Resultados

A fin de contribuir a la consecución de los objetivos del proyecto, se participó en 4 reuniones técnicas para establecer la estrategia de comunicación que permita hacer visibles y posicionar ante las sociedades, de los países participantes en el proyecto, los servicios que se pueden ofrecer con la utilización de los reactores de investigación. La comunicación es un aspecto fundamental dado que los servicios que se ofrecen con los reactores de investigación son muy especializados, y por lo tanto se requiere de una estrategia de comunicación efectiva para que la sociedad sea capaz de entender y valorar dichos beneficios.

Dos personas participaron en la Segunda Reunión de la Red Regional de Reactores de Investigación de América Latina y el Caribe (la red fue creada en la reunión que se realizó en Viena en marzo de 2023), realizada en Lima Perú del 21 al 25 de agosto de 2023.

En esta reunión se analizaron los resultados de los relevamientos de las áreas temáticas acordados en la reunión de Viena. México hizo una presentación en la puso a disposición de los países participantes las posibilidades de investigación y de formación de recursos humanos que se pueden realizar con el reactor TRIGA Mark-III del ININ. Por otra parte, en la presentación se indica que hay interés de obtener asesoría, de algún país con experiencia, en neurografías y tomografías, utilizando una cámara digital, y asesoría para optimizar la técnica de análisis por activación neutrónica.

El principal logro del proyecto, es que se cuenta con una comunicación directa con expertos de los reactores de investigación de la región con los cual es posible resolver de la manera más adecuada y rápida problemas comunes.

Por otra parte, se realizó un video promocional de los servicios y posibilidades que se tienen con el reactor TRIGA Mark-III, este video forma parte del conjunto de videos promocionales de cada uno de los reactores de investigación de los países participantes.

Finamente, entre las lecciones aprendidas, se concluyó que la comunicación entre los países participantes, servirá para que las oportunidades de complementación permitirán subsanar las debilidades que pudieran tener alguno de los reactores de investigación, y potenciar las fortalezas de los mismos.

Impacto de las actividades

Se establecieron líneas de comunicación, entre los integrantes participantes en el proyecto, con esto se pueden potenciar y complementar las capacidades de los reactores que forman la red regional de Reactores de Investigación de América Latina y el Caribe.



Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

Este proyecto se está desarrollando, a la par de las actividades relacionadas con el relicenciamiento del reactor (actividad importante y bastante demandante).

RLA5085 Fortalecimiento de la capacidad de los laboratorios oficiales para monitorizar brotes de enfermedades animales y zoonóticas prioritarias y responder a ellos (ARCAL CLXXIV)

La Contraparte Nacional, reportó que no hubo actividades, durante el año 2023.

RLA5086 Reducción de la tasa de mortalidad de la trucha arco iris asociada al virus de la necrosis pancreática infecciosa y a enfermedades emergentes mediante técnicas moleculares y ómicas (ARCAL CLXXV)

Resultados

Las actividades generales del proyecto que incluyen reuniones virtuales y presenciales se han realizado de manera acorde a lo planificado. Así mismo, las actividades de obtención de muestras para el diagnóstico de IPNV y para conocer la variabilidad genética de las poblaciones de trucha en el país se han llevado a cabo conforme se han dado a conocer de la ocurrencia de casos.

La acuicultura es una actividad productiva que en los últimos años ha tenido un continuo crecimiento. Las predicciones sugieren que a nivel mundial seguirá aumentando, con lo cual tendrá una contribución importante para la seguridad alimentaria como fuente de proteína animal para la población humana.

Una de las principales ramas de la acuicultura es la piscicultura, y dentro de esta, el cultivo de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) es una de las principales actividades acuícolas de América Latina. La situación de la producción de trucha en los distintos países es muy variada. En algunos países, la actividad se desarrolla en comunidades rurales de bajos recursos económicos, carentes de infraestructura adecuada, personal calificado, vigilancia epidemiológica y controles sanitarios apropiados. En contraste, otros países cuentan con emprendimientos comerciales y programas de mejoramiento genético entre otras fortalezas; sin embargo, la necesidad de implementar programas de mejora animal es transversal y necesaria para todos los niveles de acuicultura en los países participantes del presente proyecto. En México, la producción de trucha es baja, e inclusive el 80% de las truchas que se cultivan en el país son de importación, lo que representa riesgos sanitarios a la actividad. Sin embargo, el país tiene potencial para tener una mayor producción.

Debido al cambio climático, la comercialización, la movilización transnacional y el incremento de la actividad, entre otros factores, el cultivo de trucha en la región está experimentando tasas crecientes de mortalidad por enfermedades endémicas y emergentes; la generación de estrés por distintos factores convierte a los peces más susceptibles a infecciones por agentes microbiológicos que producen enfermedades. Por otra parte, el ingreso de nuevos patógenos y



la ausencia de diagnósticos oportunos también afectan a la producción acuícola. Así mismo, siempre está latente el riesgo de introducir enfermedades de transmisión vertical debido a que la mayoría de los países, a excepción de Chile, basan su producción en la importación de ovas embrionadas.

Por lo anterior, el proyecto pretende contribuir al fortalecimiento del cultivo de trucha reduciendo las altas tasas de mortalidad ocasionadas por el virus de la necrosis pancreática infecciosa (IPNV) y otras enfermedades emergentes. El proyecto concuerda con el Perfil Estratégico Regional 2022-2029 del Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe (ARCAL), que está orientado a la reducción de la pobreza mediante el desarrollo de la ciencia y tecnología para garantizar la seguridad alimentaria a través de la acuicultura continental, aliviando de esta manera el hambre y conservando las especies para las generaciones futuras y contribuyendo con los objetivos de desarrollo sostenible: 1: hambre cero, 8: trabajo decente y crecimiento económico; y 12: producción y consumos responsable.

La implementación y aplicación de técnicas nucleares en la producción y salud animal en los laboratorios de la región permitirá desarrollar y mejorar las capacidades de detección y diferenciación de enfermedades en los países participantes, y la identificación de patrones genéticos asociados con la respuesta inmune y mecanismos de resistencia a enfermedades virales, en este caso de trucha arcoíris.

Las nuevas herramientas biotecnológicas se utilizarán para promover la sanidad en el sector acuícola a través de la selección convencional y asistida por marcadores genéticos para la resistencia a enfermedades mediante la caracterización molecular y el diagnóstico de diferentes cepas de patógenos. Esto impactará positivamente en la producción acuícola regional, pero sobre todo en las comunidades vulnerables y permitirá posicionar la acuicultura como una actividad sustentable en la región apoyados por la transferencia de la tecnología.

El laboratorio de sanidad acuícola del Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal (CIESA) de la FMVZ de la UAEM cuenta con instalaciones e infraestructura necesarias para el aislamiento e identificación del virus de la necrosis pancreática infecciosa (IPNV) y otros agentes virales de importancia para la trucha arcoíris y para otras especies de peces, siendo líder nacional en este sentido. Sin embargo, la participación en el proyecto ARCAL fortalecerá su capacidad para tener mayor respuesta a las necesidades que enfrenta el sector pecuario del país, mediante la aplicación de mejores técnicas de diagnóstico molecular, contribuyendo así con los objetivos de desarrollo sostenible.

En el año 2023, el grupo de responsables o contrapartes nacionales que colaboran en el proyecto tuvieron participación en una reunión presencial de capacitación en la tipificación y secuenciación de genomas para la evaluación de la resistencia genética a enfermedades en la acuicultura. El evento se realizó en el laboratorio de Seibersdorf/Viena, Austria, del 29 de mayo al 9 de junio, y asistieron trece representantes, dos de Argentina, dos de Chile, uno de Brasil, una de Ecuador, tres de Perú, dos de Uruguay, uno de Panamá y uno de México (Dr. César Ortega S).



Durante la participación de cada representante de los países colaboradores del proyecto, se presentó información de la situación de la cría y la producción de trucha, destacando pasado, presente y perspectivas acerca del origen y genética de las truchas que existen en los países; su situación con respecto a IPNV y de las técnicas de diagnóstico utilizadas y facilidades de que disponen, así como de los actores: laboratorios estatales, académicos o privados involucradas en estas actividades; la situación con respecto a otras enfermedades existentes en los países, sus impactos y su caracterización.

Se ha colaborado en la redacción de un artículo científico relacionado a la situación de IPNV en los países participantes. En este sentido cada representante es el responsable de la contribución de su país.

Con respecto a actividades de operación del proyecto en el país en el año 2023:

- Se continuó con la búsqueda y obtención de muestras en granjas de trucha de la región central del país para realizar el diagnóstico del virus IPN y de otras enfermedades emergentes de peces.
- Obtención de muestras de aleta de trucha arcoíris seleccionando peces de aquellas poblaciones consideradas de las más antiguas en el país, para realizar estudios de genéticos.
- Estandarización de procesos de diagnóstico molecular para detección de IPNV y otras enfermedades emergentes de importancia para el cultivo de trucha arcoíris en México.
- Redacción de un artículo científico sobre el impacto de la coinfección de IPNV y *Lactococcus* spp.

Impacto de las actividades

Los aportes reales del proyecto son la obtención de 5 aislamientos de los virus de la necrosis pancreática infecciosa (IPNV) obtenidos de igual número de casos de ocurrencia de brotes de la necrosis pancreática infecciosa en el centro del país. Estos aislados serán caracterizados molecularmente y comparados con los aislados previamente obtenidos en México y, con los aislados de otros países.

- Al lograr el diagnóstico permite establecer acciones de prevención y control en las zonas productoras de trucha en el país.
- Aportar aislamientos al banco de aislados del Proyecto regional de IPNV permitirá conocer la diversidad genotípica del virus en Latinoamérica y establecer sus orígenes. En este sentido, cabe aclarar que, de todos los países participantes, únicamente Chile, Perú y México han aportado aislamientos de IPNV, contado con el debido registro y conservación de este material, que es parte fundamental del Proyecto ARCAL.

El análisis molecular de los aislados de IPNV obtenidos de peces de México, permitirá conocer cuál o cuáles cepas están presentes en el país. Sin embargo, aún no se tienen datos acerca de la



frecuencia, comportamiento epidemiológico e impacto referente a número de casos registrados en las granjas de trucha del país, ni el total de pérdidas económicas y en volumen de producto.

Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

Hasta ahora, las acciones realizadas en el laboratorio del CIESA se realizan utilizando exclusivamente insumos, recursos económicos, equipos e infraestructura del propio laboratorio.

En nuestro quehacer, se ha enfrentado con la falta de reportes o notificaciones de ocurrencia de casos de IPNV por parte de las autoridades sanitarias y de los comités de sanidad acuícola. Es posible que se hayan presentado un mayor número de casos a los reportados, y no se han reportado ni el número de casos ni los valores de morbilidad, mortalidad, distribución.

No se ha avanzado en los procesos de caracterización molecular debido a que a la fecha no se ha logrado recibir el equipo MiniON y los insumos necesarios donados por la Agencia internacional de energía atómica (IAEA). Por ciertas restricciones de autoridades aduanales del país, los productos incluidos en la donación no han llegado al país. Actualmente se está solicitando la participación directa de la Universidad con agente aduanal para lograr la importación de los productos.

Si bien las dificultades en los procesos de toma de muestras y su procesamiento hasta cierto punto son solventados utilizando recursos, insumos e infraestructura disponibles en el laboratorio y obtenidos de otros proyectos de investigación, es necesario lograr la importación del equipo e insumos donados por la IAEA para avanzar en los objetivos del proyecto.

RLA5089 Evaluación de los efectos de los metales pesados y otros contaminantes en los suelos contaminados por actividades de origen antropógeno y natural (ARCAL CLXXVII)

Resultados

El Dr. Samuel Tejeda Vega participó como coordinador de México en el proyecto ARCAL con código RLA5089.

En 2023, personal profesional del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares de México (ININ), participó en tres cursos de entrenamiento relacionados con el muestreo de suelos y preparación de muestras, análisis de metales pesados en suelo, por análisis por activación neutrónica y entrenamiento en fluorescencia de rayos X.

Los resultados del estudio fueron presentados en el en el XXXIII Congreso Nacional de Geoquímica, del 16 al 22 de octubre de 2023 en Hermosillo Sonora, organizado por la Universidad de Sonora y el Instituto Nacional de Geoquímica, de forma presencial, en el cual se presentaron los resultados del contenido de metales y metaloides en los sedimentos del río Escanela, con lo cual se demuestra que es una zona importante para realizar el Sitio de Caso para el año 2024.



Los colaboradores de proyecto de México se capacitaron en la técnica de muestreo de suelos, análisis por activación neutrónica y fluorescencia de rayos X para medir metales pesados y metaloides en suelos.

Se planeó y organizó el curso regional de entrenamiento Curso Regional de Entrenamiento sobre Análisis de Metales Pesados utilizando Fluorescencia de Rayos X (FRX), en el marco del proyecto ARCAL RLA 5089, del 4 al 8 de septiembre en la Ciudad de México, Con la asistencia de 24 participantes de 12 países de Latinoamérica y el Caribe.

El ININ apoyó a investigadores de la Universidad Nacional de San Luis de Argentina, en la implementación de la técnica de fluorescencia de rayos X para la cuantificación de los elementos químicos presentes en los suelos y sedimentos de las respectivas cuencas de estudio.

Los investigadores del ININ promovieron la técnica de fluorescencia de rayos X con los colaboradores del proyecto de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), como una herramienta versátil y competitiva contra técnicas convencionales para evaluar la contaminación del suelo por metales pesados.

Los investigadores mexicanos impulsaron las técnicas nucleares de FRX y AAN, difundieron los resultados obtenidos en los estudios de la cuenca del río Escanela en diferentes congresos y foros nacionales

Se diseñó, planeo y realizó un estudio prospectivo del contenido de los metales pesados V, Cr, As, Cd, Sb, Hg y Pb en los sedimentos del río Escanela, que es una zona considerada como reserva de la biosfera e importante lugar para el ecoturismo, aunque en el sitio se encuentra una mina de mercurio y otra de plata. Se obtuvieron las concentraciones de los metales V, As, Cr, Cd, Sb, Hg y Pb en los sedimentos de la subcuenca del río Escanela, se observó que los tres metales As, Sb y Pb representan el 94.2% (1136.5 mg kg⁻¹), del contenido total de todos los metales. Se demuestra que la sub cuenca del río Escanela importante para estudiarse como sitio de estudio para el año 2024.

Se obtuvieron los factores de enriquecimiento de V, Cr, As, Cd, Hg y Pb en los musgos terrestres recuperados sobre suelo de bosque, de residuos de mina de antimonio y obtenidos del lecho del río, con lo que se observaron altamente enriquecidos en As, Cd y Pb en aquellos ejemplares obtenidos de los residuos de mina.

Se elaboró y envió al OIEA el Informe Anual del proyecto ARCAL RLA5089 “Evaluación de los efectos de los metales pesados y otros contaminantes en los suelos contaminados por actividades de origen antropogénico y natural”, en marzo de 2023.

La Dra. Graciela Zarazúa y Claudia Iliana Ledesma participaron en el Advanced Regional Training Course on Neutron Activation Analysis Methods for Heavy Metal Determination in Soils, que se realizó en el International Centre for Environmental and Nuclear Sciences, en Kingston, Jamaica, del 8 al 12 de mayo del 2023.



El M. en C. Enrique Montoya Morado participó en el “Regional Training Course on the Sampling Protocol in Soils Contaminated by Heavy Metals, Sample Preparation and Data Processing”, organizado por la Comisión Chilena de Energía Nuclear, en Santiago de Chile, del 22 al 26 de mayo del 2023.

Se realizó el mantenimiento preventivo de los recubrimientos de los muebles y cambio de refacciones en los molinos y mezcladoras del laboratorio de Fluorescencia de Rayos X del Departamento de Estudios del Ambiente.

Se dirigió el Curso Regional de Entrenamiento sobre Análisis de Metales Pesados utilizando Fluorescencia de Rayos X (FRX), en el marco del proyecto ARCAL RLA 5089, del 4 al 8 de septiembre en la Ciudad de México, con la asistencia de 24 participantes de 12 países de Latinoamérica y el Caribe: Argentina, Bolivia, Brazil, Chile, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Guatemala, Jamaica, Panamá, Perú y México, entre los que se incluyen a dos profesionistas del ININ, un profesionista de la UAQ, uno de la UAEM, y uno de la UNAM, con un total de seis participantes de México.

Se impartieron dos seminarios de forma remota sobre las estrategias de muestreo de suelos para la medición de metales por fluorescencia de rayos X a los participantes de Panamá y México, en el marco del proyecto ARCAL RLA 5089. Con lo cual se disemina en los países de la región el protocolo armonizado de muestreo y preparación de muestras de suelo.

Se presenta el trabajo titulado “Identificación de elementos potencialmente tóxicos en suelos aledaños a zonas mineras”, de los autores Fabiola Vega García, Samuel Tejeda, Rufino Lozano Santacruz y Olivia Zamora Martínez, en el XXXIII Congreso Nacional de Geoquímica Congreso Sonora Geoquímica, del 16 al 22 de octubre de 2023 en Hermosillo Sonora, organizado por la Universidad de Sonora y el Instituto Nacional de Geoquímica.

Se impartió el tema “Técnicas analíticas nucleares y sus aplicaciones en estudios de e isotópicas para estudios de suelos, sedimentos y residuos sólidos” a participantes del diplomado “Formador de formadores y los ODS”, con una duración de dos horas el 24 de noviembre en la ciudad de Toluca, organizado por el H. Ayuntamiento de Toluca, la Universidad Autónoma del Estado de México y la Universidad Pedagógica Nacional.

Se participó en el proficiency test PTNATIAEA2 coordinado por el Dr. Alessandro Migliori, funcionario del OIEA, con la preparación y análisis de dos muestras de suelo y planta.

Por último, el kit de muestreo de suelos, se encuentra en proceso de importación.

Impacto de las actividades

El proyecto contribuyó con la formación de recurso humanos mexicanos en el muestreo de suelos, preparación de muestras, medición de metales pesados por fluorescencia de rayos X y análisis por activación neutrónica. Con lo cual se aprovechó la formación y entrenamiento para diseñar, planear y realizar el estudio prospectivo en la subcuenca del río Escanela de México.



Las mejores prácticas durante la conducción de este proyecto han sido la cooperación entre profesionistas y técnicos para la organización y realización de los cursos regionales de entrenamiento.

La buena comunicación y apoyo entre los profesionistas mexicanos que colaboran en el proyecto para organizar y realizar la campaña de muestreo, la preparación de las muestras y la medición de muestras de suelo y sedimentos mediante la técnica de Fluorescencia de Rayos X en dos modalidades: dispersión de energía (ININ) y portátil (Universidad Nacional Autónoma de México), así como en la planeación y participación en el proficiency test PTNATIAEA2 coordinado por el Dr. Alessandro Migliori, funcionario del OIEA.

Una práctica para aprender es la organización del curso regional de entrenamiento en una sede con un lugar para las sesiones teóricas y prácticas, con lo cual se generan ahorros en el pago de transporte terrestre y renta de salón de eventos.

Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

El grupo de trabajo del ININ tuvo problemas para realizar el muestreo de suelos y sedimentos de la sub cuenca del río Escanela, ya que es un sitio con acceso difícil debido a sus barrancas y laderas con pendientes muy pronunciadas, por lo que se obtuvieron muestras de sedimentos de río en tres puntos de muestreo, lo que impidió la obtención de 20 muestras de sedimentos, sin embargo, se cuenta con el apoyo del personal de la UAQ para planear y realizar el sitio de estudio en el año 2024.

RLA6085 Fortalecimiento de las capacidades de los centros de ciclotrones/tomografía por emisión de positrones de la región (ARCAL CLXXXIII)

Resultados

El objetivo general del proyecto RLA6085: Fortalecimiento de las capacidades de los centros de ciclotrones/tomografía por emisión de positrones de la región (ARCAL CLXXXIII), es mejorar el manejo de los pacientes con cáncer mediante un diagnóstico cada vez más eficaz y oportuno. A través del proyecto se espera mejorar las capacidades humanas para aumentar la disponibilidad de radiofármacos PET para el diagnóstico y seguimiento de pacientes con cáncer.

En el marco de este proyecto México tuvo participación en 3 eventos regionales en el transcurso del año 2023:

- **EVT2206380:** “Regional Meeting on Operation and Maintenance of Siemens Cyclotrons”, que se llevó a cabo del 6 al 10 de febrero en las instalaciones de la Fundación Centro Diagnóstico Nuclear, en Buenos Aires, Argentina, con la participación de dos personas de México.



- **EVT2207533:** “Regional Training course on the production and quality control of PET based radiopharmaceuticals”, que se llevó a cabo del 5 al 9 de junio en las instalaciones del Centro Uruguayo de Imagen Molecular, en Montevideo, Uruguay, con la participación de una persona de México.
- **EVT2301662:** “Regional Training Course on Quality Control and Quality Assurance (QC/QA) in PET-CT procedures”, que se llevó a cabo del 21 al 25 de junio en las instalaciones del Instituto Nacional del Cáncer, en Santo Domingo, República Dominicana, con la participación de dos personas de México.

Por otra parte, en correspondencia con los acuerdos de la primera reunión de coordinación, se organizó la Reunión Intermedia de Coordinadores del proyecto entre el 23 al 27 de octubre 2023, de forma presencial, en la Universidad de Costa Rica (EVT2302245), con la participación del coordinador nacional de este proyecto.

La gestión del proyecto ha sido exitosa, puesto que tanto las reuniones de coordinación como las actividades que se planearon en el proyecto original, se han desarrollado en tiempo y forma, lo que ha permitido el intercambio de prácticas exitosas en la operación y mantenimiento de ciclotrones, así como las de producción y control de calidad de radiofármacos PET, en las que México tiene más de 20 años de experiencia en la Facultad de Medicina de la UNAM.

Compra de Equipos e Insumos: No aplica para el periodo 2023, que se informa.

Impacto de las actividades

En el desarrollo de este proyecto, se ha logrado identificar a las entidades regionales con más y mejores capacidades, así como con la mayor experiencia en la formación de recursos humanos especializados, que puedan apoyar en este rubro a los países de la región, con menor desarrollo relativo o con más limitaciones.

La experiencia acumulada en nuestro país a lo largo de más de 20 años de operación de la Unidad PET-Ciclotrón de la UNAM ha sido reconocida dentro de este proyecto y para el año en curso (2024), serán anfitriones de un evento regional titulado “Regional training Course on the Production and Quality Control of F-18 Aluminium Fluoride and Radiometal based PET Radiopharmaceuticals”.

La mejor lección, en lo que va del desarrollo de este proyecto, es la importancia de compartir experiencias exitosas de las que todos podemos aprender.

Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

No hay dificultades o problemas que reportar.



RLA6086 Integración de las técnicas de medicina nuclear en un enfoque multimodal en cardiología para el diagnóstico precoz y la estratificación del riesgo de enfermedad cardiovascular en mujeres Latinoamericanas.

Resultados

Como representación de México, se participó en los siguientes eventos, durante el año 2023:

- Regional Training Course on Integral Approach of Microvascular Disease in Women, Mendoza, Argentina, 30 de mayo – 03 de junio de 2023, con el objetivo de recibir actualización médica continua sobre el uso de imagen multimodal en el diagnóstico de enfermedad cardiovascular en la mujer. Esta reunión forma parte de las actividades del proyecto: RLA6086: ‘Integrating Nuclear Medicine Techniques in a Multimodality Approach in Cardiology for Early Diagnosis and Risk Stratification of Cardiovascular Disease in Latin American Women (ARCAL CLXXXV)’. Durante la misma se manejaron clases teóricas, casos clínicos y mesas de discusión sobre el diagnóstico clínico, técnicas de imagen no invasivas e invasivas y manejo de la enfermedad microvascular en la mujer. El evento se complementó con la asistencia al Congreso Nacional de la Federación Argentina de Cardiología.
- Elaboración del artículo: “*Epidemiology of cardiovascular disease and risk factors in Latin American and Caribbean women*” cuya elaboración esta completada al 100% y están en espera de su aprobación para publicación final. Avance 90%.
- Elaboración de video, en formato de una pequeña cápsula con el lema “Soy mujer, soy nuclear, soy ARCAL”, para conmemorar el Día Internacional de la mujer en el mes de marzo 2023, el cual fue publicitado en redes de ARCAL (Facebook).
- Participación en el proyecto de “Atlas de casos clínicos imagen cardiovascular en la mujer”, aún en elaboración y recopilación de la información. Se enviaron casos clínicos con imágenes representativas, aún en proceso de aprobación. Avance 70%, y se está en espera del visto bueno de los casos enviados para inclusión.

Impacto de las actividades

- La enfermedad cardiovascular en la mujer es altamente prevalente en Latinoamérica por lo que es necesario conocer las diversas técnicas de imagen cardiovascular que pueden auxiliar en el diagnóstico oportuno de enfermedad arterial coronaria epicárdica o bien enfermedad microvascular, con el objetivo de evitar las complicaciones cardiovasculares y disminuir la mortalidad secundaria.
- Debemos difundir la utilidad del uso de estos métodos de imagen en nuestros países, pues en algunos solo se utiliza el ecocardiograma por ser el método menos costoso y



mayormente accesible, sin embargo su sensibilidad y especificidad en casos especiales es limitada, por lo que se deben de utilizar otros recursos disponibles en relación con las técnicas de imagen cardiovascular disponibles en el país.

- El uso de imágenes avanzadas se encuentra limitado por su alto costo, limitada accesibilidad y formación de especialistas en la materia, por lo que se debe incrementar y fomentar el entrenamiento de los médicos en formación académica, para incrementar el número de especialistas en imagen cardiovascular que conozcan los diversos métodos de imagen disponibles en cada país para el diagnóstico de enfermedad cardiovascular en la mujer y el uso diagnóstico de estos métodos.

Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

Ninguno

RLA6089 Uso de isótopos estables para reducir los riesgos nutricionales en mujeres embarazadas y su impacto en los lactantes (ARCAL CLXXXIV)

Resultados

En el marco de la reunión de coordinación de mitad de período, desarrollada entre los días 27.11.2023 y 01.12.2023, en Montevideo, Uruguay, todas las contrapartes de los países participantes presentes: Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Guatemala, Honduras, Jamaica, México, Panamá, Perú y Uruguay han estado de acuerdo y adoptado el siguiente informe y el plan de actividades.

La doble carga de la malnutrición, junto con la anemia y otras deficiencias de micronutrientes, son un problema de salud pública en América Latina y el Caribe (ALC). Datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) indican que las Américas es la región con mayor prevalencia de sobrepeso (SO) y obesidad (OB) del mundo (63% y 30 % respectivamente); siendo mayor en mujeres. Junto a lo anterior se ha observado un incremento de las enfermedades crónicas no transmisibles asociadas a la malnutrición por exceso. Este tipo de malnutrición se asocia a un aumento del riesgo de diabetes gestacional, preeclampsia, mayor probabilidad de complicaciones en el embarazo como también bajo peso al nacer.

Durante el embarazo se producen cambios significativos en la composición corporal (CC) tales como el aumento del tejido adiposo, del agua corporal total (ACT), de la masa magra y de las fracciones fetales. En general, la evaluación nutricional de la mujer embarazada se realiza utilizando el índice de masa corporal (IMC), lo que no permite detectar cambios en su CC. Existen escasos estudios que hayan evaluado, de manera prospectiva y con métodos precisos, estos cambios. Este tipo de estudios han mostrado diferencias en las fracciones grasa y magra del peso corporal y un aumento de la variabilidad del ACT. Parece importante destacar que se ha observado un rol significativo del ACT durante el embarazo, con variaciones sustanciales, en correspondencia con el estado nutricional al inicio de la etapa.



Existen varios métodos para estimar la CC, siendo la dilución de deuterio uno de los métodos de referencia que puede ser utilizado para este grupo poblacional. Otra técnica, clínicamente accesible, para detectar los cambios en el ACT intra y extracelular es la bioimpedancia eléctrica.

Dado que la prevención de la obesidad y de la desnutrición crónica es uno de los objetivos de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas, una de las contribuciones principales del OIEA es generar evidencia científica que permita mejorar el estado nutricional de la población utilizando mediciones e intervenciones basadas en técnicas nucleares.

Los Estados Miembros de la OMS han adoptado objetivos globales a través de un plan de implementación integral para mejorar la nutrición materno infantil. En este contexto, el apoyo del OIEA en la formación de recursos humanos y el desarrollo de instrumentos de evaluación es importante para continuar con estos programas y su evaluación de impacto.

Como un antecedente importante la OIEA ha identificado con anterioridad problemas de malnutrición en otros grupos de población de América Latina y el Caribe (PER, 2016-2021). Varios países trabajaron juntos, para evaluar programas de intervención para combatir la OB, analizar la dieta, la nutrición, el gasto energético y la actividad física, en diferentes edades con técnicas isotópicas (Proyectos: RLA7008, 6052, 6059, 6064, 6073; CRP: CU1638, E4. 3029; CRP E4.10.15); también se ha estudiado la ingestión de leche materna (RLA6071), se ha trabajado en el diseño de valores de referencia de composición corporal en lactantes (RLA6079) y mujeres en edad reproductiva (CRP E4.30.25), entre otros.

Se espera que este proyecto sobre la CC de las mujeres embarazadas y su impacto en los lactantes permita generar evidencia útil para mejorar la gestión de programas y políticas públicas relacionadas a la malnutrición de este grupo poblacional en la Región.

Cumplimiento de los objetivos del proyecto y obtención de resultados

Basando el análisis de cumplimiento en el protocolo presentado, a continuación, se identifican aquellos objetivos según grado de cumplimiento:

1. Cumplimiento pleno
 - a. Instalación de un equipo de trabajo para el desarrollo del proyecto en cada uno de los 13 países participantes.
 - b. Protocolo armonizado y aprobado por las 13 contrapartes.
 - c. Diseño de la base de datos para almacenamiento de dato en funcionamiento.
2. Cumplimiento parcial
 - a. Aprobación por comité de ética en cada país ya que al momento solo se ha logrado en 10 de los 13 países (Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, Guatemala, Honduras, Panamá, Perú, Uruguay).
 - b. La recepción de equipamiento, deuterio e insumos de laboratorio, a la fecha, se desglosa por sub-categoría:



ARCAL
ACUERDO REGIONAL DE COOPERACIÓN PARA LA PROMOCIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA
NUCLEARES EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

- i. *Deuterio*: fue recibido por 8 países (Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, Jamaica, Panamá y Uruguay). Brasil, Honduras y República Dominicana no recibieron este insumo ya que contaban con él. Los países que no recibieron el Deuterio todavía son México y Perú.
 - ii. *BIA*: fue recibido por 10 países (Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, Guatemala, Panamá, República Dominicana, Honduras, Jamaica y Uruguay).
 - iii. *Los insumos de laboratorio no fueron recibidos por ningún país.*
 - c. La totalidad de los países ha realizado las coordinaciones interinstitucionales requeridas para el adecuado desarrollo del proyecto.
 - d. Inicio del contacto con las embarazadas ha sido logrado hasta el momento en 6 países (Brasil, Chile, Cuba, Panamá, Honduras, México) de los cuales solo 3 iniciaron mediciones en sujetos (Brasil, Chile, Cuba).
 - e. En relación a la capacitación debe señalarse la realización de un curso regional desde el 28 noviembre al 2 de diciembre el año 2022 en la Universidad de Sonora, México con plena participación de los 13 países y cuya duración fue de una semana completa de entrenamiento teórico-práctico en:
 - i. La evaluación del agua corporal total por dilución de deuterio en el embarazo y la infancia.
 - ii. Uso de FTIR para analizar muestras de saliva.
 - iii. Valoración de la antropometría en el embarazo y la infancia.
 - iv. Valoración de la nutrición relacionada con el embarazo y la infancia.
 - v. Uso de Red Cap para registrar los datos del proyecto.
 - vi. Independientemente de la realización del primer curso regional, algunas contrapartes manifiestan aún la necesidad de reforzar el entrenamiento en el uso de equipos para medir la CC utilizado deuterio, al recibir el equipo Agilent FTIR.
3. Sin cumplimiento
 - a. El análisis estadístico se planea iniciar una vez obtenido al menos el 80% de los datos regionales; sin embargo, es posible que, debido al avance desigual de los países, se realicen análisis parciales a medida que avance el cumplimiento de la muestra.

Principales medidas adoptadas para garantizar la conclusión del proyecto.

Todos los países consideran que la finalización del proyecto representa un aporte importante para lo que es la salud materno infantil en toda la región que ya brindará evidencia importante sobre la composición corporal de las embarazadas y cómo esta impacta en la salud infantil. Según lo antes expuesto, y debido al atraso en la autorización de algunos comités de ética y las dificultades para envío y recepción de equipos y suministros de laboratorio indispensables para



iniciar el proyecto se prevé, que para la mayoría de los países el proyecto definitivamente no pueda ser concluido en 2024, requiriéndose una extensión hasta el 2025. Adicionalmente, entendemos como apropiada la solicitud, ya que según se observa en la Agenda de proyectos ARCAL 2024-2026, no existe ninguna propuesta de proyectos de nutrición, por lo que extender el proyecto RLA6089 permitiría concluir a cabalidad el protocolo y presentar resultados concluyentes en este período relacionados a nutrición.

Ajustes al plan de actividades y cronograma

A continuación, siguen las actividades acordadas de ser implementadas en el transcurso del proyecto.

- Curso de formación regional “Estadística Avanzada para el Análisis y el Manejo de Datos”. Entre los temas se incluirán LMS modelo multinivel y modelo de trayectorias. Se realizará en el INTA, Chile, en noviembre de 2024. Se contratará una experta en estadística para este curso y el acompañamiento final en el análisis de datos del proyecto.
- Entrenamiento virtual sobre el uso y manejo del FTIR Agilent para los países de Honduras y Brasil en el primer trimestre de 2024.
- Envío y análisis de las muestras en el último trimestre del 2024 de Costa Rica, Panamá, Argentina y México a los países que si cuenten FTIR Agilent.
- Sistematización de datos en RED CAP, Dina Roche del 2024- INCAP Guatemala.
- Análisis estadístico de la base de datos, cuarto trimestre del 2025.
- Elaboración de informe final, cuarto trimestre del 2025 (virtual).
- Redacción de los artículos científicos del proyecto RLA 6079 del 04 al 19 de diciembre de 2023

La primera medida mencionada como posible solución al retraso en la aprobación del comité de ética en la República Dominicana es que se envíe una comunicación de solicitud de estatus del proyecto a fin de agilizar la aprobación por parte de los comités de ética. Además, se crea una carpeta en la plataforma Teams con todas las aprobaciones de los diferentes comités de ética que sirva de aval para el país antes mencionado y lograr más rápido la aprobación.

Los países buscarán cumplir con el total de la muestra que se han comprometido mostradas en la siguiente tabla:

País		Compromiso de muestra
Argentina		30
Brasil		30



ARCAL
ACUERDO REGIONAL DE COOPERACIÓN PARA LA PROMOCIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA
NUCLEARES EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

Chile		30
Costa Rica		20
Cuba		30
República Dominicana		30
Guatemala		30
Honduras		30
Jamaica		30
México		30
Panamá		30
Perú		30
Uruguay		30

En el caso de que no se logre alcanzar la meta país, se considerará el análisis multinivel, el cual permite incorporar voluntarias en diferentes etapas del proyecto a fin de mantener el número final de mujeres consideradas en el estudio. Se contempla contratar a un estadístico para el análisis de datos de este proyecto.

Estrategia comunicacional:

Se realizó el miércoles, 29 de noviembre de 2023 a las 9:00 de forma virtual un encuentro con Rommy Casanueva, experta en comunicación de ARCAL, quien nos presentó la importancia de dar a conocer la ejecución de los proyectos en nuestros países utilizando las diferentes estrategias, por lo que, sugirió hacer una lluvia de ideas para presentar en la próxima reunión virtual pautada para el viernes 15 de diciembre, donde cada contraparte comentará las propuestas de comunicación estratégica. Este encuentro se realizará con la contraparte y los encargados de comunicación ARCAL de cada país.

Ejemplo de comunicación:

Se presentó por parte de Perú una estrategia de comunicación utilizada para difundir los proyectos ARCAL. La contraparte Edith Rosana Huaman Guadalupe en una entrevista realizada por la Revista Tecnología Nuclear y Desarrollo Sostenible N°3 “Mujeres Científicas en Institutos Públicos de Investigación y Universidades del Perú” presentó los resultados



ARCAL
ACUERDO REGIONAL DE COOPERACIÓN PARA LA PROMOCIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA
NUCLEARES EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

proyecto anterior (RLA 6079) y la importancia de la ejecución del proyecto RLA 6089 la utilidad del proyecto para la población en su país. En el cumplimiento con los objetivos de desarrollo sostenible.



Envío de muestras para análisis:

Argentina, Costa Rica, México y Panamá a fin de poder cumplir con la culminación del proyecto, y asegurar la homogenización del protocolo, por no contar con el equipo un Agilent® FTIR para facilitar el análisis de muestra de saliva del lactante, enviarán sus muestras a algún país participante que cuente con el FTIR Agilent y los costos de envío estarán a cargo de la OIEA.

a) Recursos aportados por el país al proyecto (incluye la estimación detallada según tabla de indicadores financieros en especie).

Los recursos aportados por el país durante el segundo año, se han limitado a participaciones en especie (capital humano, instalaciones y equipamiento de la Universidad de Sonora y el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.). Adicionalmente, se recibió el valioso apoyo de la Secretaría de Energía en el mecanismo de propuesta del Dr. Humberto Astiazarán ante el Organismo Internacional de Energía Atómica para avalar su participación en la reunión de coordinación EVT2300410, celebrada en Montevideo Uruguay del 27 de noviembre al 1 de diciembre de 2023.

El Organismo Internacional de Energía Atómica proporcionó financiamiento para transportación y viáticos del representante nacional Dr. Humberto Astiazarán García.



Impacto de las actividades

Destacar los aportes reales de las actividades del proyecto, en la medida que sea posible de manera cuantitativa y cualitativa.

En la reunión intermedia realizada del 27 de noviembre al 1 de diciembre del 2023 se resaltó la importancia del Curso Regional de Capacitación sobre Estandarización de Técnicas para la Evaluación de la Composición Corporal en el Embarazo y la Primera Infancia, realizado al inicio del proyecto del 28 de noviembre al 2 de diciembre de 2022 en las instalaciones de la Universidad de Sonora y CIAD. Por lo que México jugó un papel importante al fungir como sede y capacitar a los delegados de los países visitantes, logrando así estandarizar metodológicamente a los países participantes del proyecto, con estas bases se armonizaron los protocolos de los países participantes. Ha quedado patente la existencia de un núcleo académico de expertos en la utilización de isótopos estables con capacidades para realizar coordinación de proyectos con alta calidad, lo que coloca a nuestro país en posición de liderazgo. Aún y cuando no se ha iniciado la obtención de datos se espera obtener información valiosa de la utilización de técnicas nucleares para estudios de composición corporal en mujeres embarazadas y lactantes





Fotografías de la reunión de coordinación intermedia

Se menciona a continuación las actividades implementadas desde el inicio del proyecto hasta el 1 de diciembre de 2023.

Producto 1

- First Virtual Coordination Meeting of Project RLA6089, 7-9 marzo de 2022
- Mid-Term Coordination Meeting, 27 de noviembre - 1 de diciembre de 2022

Producto 2

- First Virtual Meeting on Protocols, 23 de marzo de 2022
- Second Virtual Meeting on Protocols, 1 de abril de 2022
- Third Virtual Meeting on Protocols, 21 de abril de 2022

Producto 3

- Regional Training Course on Standardization of Techniques for the Evaluation of Body Composition in Pregnancy and Infancy, 28 de noviembre – 2 de diciembre de 2022



- HBA – Home-Based Assignment on the Design of a New Template for Mother and Infant Data Collection on the Research Electronic Data Capture (REDCap) Database, 5 – 23 de diciembre de 2022

Compra de equipo:

Producto 2

- PO202305481 Small Laboratory Equipment – Uruguay
- PO202304954 Small Laboratory Equipment – Panamá
- PO202305519 Small Laboratory Equipment – Argentina
- PO202305487 Small Laboratory Equipment – Honduras
- PO202305536 Small Laboratory Equipment – México
- PO202305805 Small Laboratory Equipment – Guatemala
- PO202305617 Small Laboratory Equipment – Jamaica
- PO202305498 Small Laboratory Equipment – Brasil
- PO202305524 Small Laboratory Equipment – Costa Rica
- PO 202305534 Small Laboratory Equipment – República Dominicana
- PO202305795 Small Laboratory Equipment – Perú:
- PO202211317 Laboratory Equipment BIA – Guatemala
- PO202211316 Laboratory Equipment BIA – Chile
- PO202211315 Laboratory Equipment BIA – Panamá
- PO202211314 Laboratory Equipment BIA – Uruguay
- PO202211313 Laboratory Equipment BIA – Cuba
- PO202211289 Laboratory Equipment BIA – Argentina
- PO202211277 Laboratory Equipment BIA – Jamaica
- PO202211276 Laboratory Equipment BIA – Honduras
- PO202211275 Laboratory Equipment BIA – Perú
- PO202211273 Laboratory Equipment BIA – Costa Rica
- PO202211076 Laboratory Equipment BIA – República Dominicana
- PO202211065 Laboratory Equipment BIA – Brasil
- PO202305833 Small Laboratory Equipment – Cuba
- PO202211035 Laboratory Equipment BIA – México
- PO202204630 Deuterium Oxide 99.8% 1 kg, filtered – Guatemala



- PO202204638 Deuterium Oxide 99.8% 1 kg, filtered – Argentina
- PO202204641 Deuterium Oxide 99.8% 1 kg, filtered – Panamá
- PO202204639 Deuterium Oxide 99.8% 1 kg, filtered – Uruguay
- PO202204640 Deuterium Oxide 99.8% 1 kg, filtered – Perú
- PO202204642 Deuterium Oxide 99.8% 1 kg, filtered – Chile
- PO202204945 Deuterium Oxide 99.8% 1 kg, filtered – Jamaica
- PO202204943 Deuterium Oxide 99.8% 1 kg, filtered – Costa Rica
- PO202204944 Deuterium Oxide 99.8% 1 kg, filtered – Cuba
- PO202209180 Deuterium Oxide 99.8% 1 kg, filtered – México
- PO202302770 Portable FTIR Spectrometer – Brasil
- PO202302771 Portable FTIR Spectrometer – Honduras
- PO202305629 Small Laboratory Equipment – Chile

Algunas de las lecciones aprendidas, fueron:

- **Tener en cuenta el tiempo que toma la aprobación de comités de éticas:** para futuros proyectos se deberá prever estrategias para en lo posible, disminuir el tiempo de espera para autorización o aprobación del comité de ética. Durante el diseño del proyecto el ARCAL se sugiere considerar 4 años para la ejecución a fin de lograr los objetivos planteados.
- **Valorar estrategias para lograr que los resultados impacten en las políticas públicas de cada país:** una constante discutida en la reunión fue la dificultad de trasladar la información surgida de los proyectos a políticas públicas o planes y proyectos que beneficien directamente a la población usuaria.
- **Se recomienda dar seguimiento a las solicitudes realizadas de forma inicial:** los países realizaron un levantamiento inicial de los insumos requeridos para el proyecto, donde algunos no fueron adquiridos.

Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

A continuación, se muestran de forma detallada por país las dificultades puntuales presentadas para lograr la ejecución del proyecto según el tiempo estimado:

Argentina:

- No ha podido recibir aún el BIA por tardanza en los trámites internos del país.



- A pesar de que el país cuenta con la aprobación de los comités de ética Central de Provincia de Buenos Aires y de la facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires, es necesario también que los comités de ética de cada hospital donde se haga la recolección de la muestra aprueben el proyecto.
- A pesar de que se dispone de un equipo FTIR Shimadzu para medir deuterio en saliva, deberán ser enviados a otro país las muestras de saliva del lactante para ser analizadas con el Agilent® FTIR, ya que este equipo funciona con volúmenes sustancialmente menores.

Brasil:

- Capturar el mayor número de embarazadas para completar la muestra.

Chile:

- Coordinar con los directores de centro para el listado de embarazadas.
- Requieren el entrenamiento para la toma de muestra en infantes de saliva post dosis para lograr con éxito esta actividad.

Costa Rica:

- A pesar de que se dispone de un equipo FTIR Shimadzu para medir deuterio en saliva, deberán ser enviados a Guatemala las muestras de saliva del lactante para ser analizadas con el Agilent® FTIR, ya que este equipo funciona con volúmenes sustancialmente menores.

Cuba:

- No presenta ninguna dificultad.

República Dominicana:

- Aprobación de ambos comités de ética (Ministerio de Salud Pública, CONABIOS y Universidad Autónoma de Santo Domingo).

Guatemala:

- Retraso en la recepción de insumos: BIA, Deuterio, insumos de laboratorio.
- Lograr la aprobación en el país del financiamiento para transporte, refrigerio y compensación de participantes.

Honduras:

- No presenta dificultades.

Jamaica:

- Financiación para cubrir los gastos locales, como el transporte, los refrigerios y el asistente de investigación.



- Preocupación del comité de ética sobre la justificación de la participación de los participantes en un estudio que carece de cálculo del tamaño de la muestra, lo que puede dar resultados no concluyentes.

México:

- Retraso en la recepción de BIA
- Retraso en la recepción de Deuterio
- A pesar de que se dispone del capital humano capacitado y de un equipo FTIR Shimadzu para medir deuterio en saliva, sería beneficioso contar con un Agilent® FTIR para facilitar el análisis de muestra de saliva del lactante, ya que este equipo funciona con volúmenes sustancialmente menores.

Panamá:

- Requerimientos administrativos para el incentivo de "Bono" para las embarazadas.
- Capturar las embarazadas y su permanencia en el estudio.
- A pesar de que se dispone de un equipo FTIR Shimadzu para medir deuterio en saliva, deberán ser enviados a Guatemala las muestras de saliva del lactante para ser analizadas con el Agilent® FTIR, ya que este equipo funciona con volúmenes sustancialmente menores.

Perú:

- Retraso en la recepción del deuterio
- Retraso en la recepción BIA

Uruguay:

- Integrar nuevos profesionales e instituciones para la ejecución del proyecto atendiendo a lo solicitado por el comité de ética.
- Captar las embarazadas y darle seguimiento

Asimismo, la principal dificultad ha sido lograr que los materiales y equipo donado por el Organismo Internacional de Energía Atómica obtenga las autorizaciones y luz verde para entrar al país, a pesar de haber cumplido con las autorizaciones de las instituciones educativa y de investigación participantes, así como de la Secretaría de Energía. En la reunión de Montevideo se hizo hincapié ante la oficial responsable técnica de la AIEA del grave problema que ello representa para lograr cumplir con los compromisos. Nuestro equipo de trabajo ya está listo para iniciar el reclutamiento, pero no contamos con los materiales y suministros acordados para la realización del trabajo coordinado con el resto de los países de América Latina, quedando de redoblar esfuerzos para lograr hacernos llegar un equipo de bioimpedancia, las dosis de deuterio y los suministros de laboratorio.



RLA6090 Refuerzo de la gestión de la radioterapia para el tratamiento del cáncer cervicouterino en América Latina y el Caribe (ARCAL CLXXXII)

Resultados

Las actividades realizadas en este proyecto durante el año 2023 fueron las siguientes:

- g) Primera reunión virtual de coordinación, realizada del 21 al 23 de febrero del 2022. Se propuso desarrollar y difundir un sistema de información relacionado con el tratamiento con radioterapia de cáncer cervicouterino.
- h) Participación presencial en el “Regional Training Course on Quality Management in Radiotherap”, realizado en Chicago, del 29 de agosto al 2 de septiembre del 2022.
- i) Envío de formulario de diagnóstico situacional para los países participantes, septiembre del 2022.
- j) Reunión virtual de contrapartes, realizada el 19 de octubre del 2022. Se discutieron puntos sobre el avance del proyecto y la adhesión de los países participantes, se crearon 3 grupos: grupos de normas, grupo garantía de calidad y grupo epidemiológico.
- k) Reuniones internas con las participantes de los grupos antes mencionados. Grupo de normas: Dra. Sandra Pérez, grupo de garantías: física Fabiola Valencia y grupo epidemiológico Dra. Elizabeth Trejo Durán, durante los meses de abril, agosto y diciembre del 2023.
- l) Elaboración de un documento donde se establezcan los parámetros investigados y analizados por las participantes, en relación al panorama del cáncer cervicouterino en el país. (aún en proceso).

Impacto de las actividades

- Conocer la situación real de la epidemiología, del cáncer cervicouterino en el país, así como los mecanismos de apoyo en la detección temprana, y cobertura de vacunación.
- Identificar los centros que cuentan con equipos para su tratamiento y distribución de los mismos. Calidad de los tratamientos y cobertura.

Dificultades y Problemas presentados, durante la marcha del proyecto

No se cuenta con datos epidemiológicos del cáncer cervicouterino en el país Se está en proceso de recopilación de información, de los diferentes centros que tratan este tumor.



RLA7026 Evaluación de la contaminación ambiental orgánica e inorgánica en medios acuáticos y de sus efectos en el riesgo de cianobacterias que producen cianotoxinas (ARCAL CLXXVIII)

Resultados

La presente investigación pretende evaluar el impacto ambiental, el grado de eutrofización y la potencial producción de cianotoxinas por cianobacterias en la Bahía del Tóbari, Sonora, México, esto, hipotéticamente propiciado por la lixiviación de fertilizantes en una de las regiones más importantes de producción agrícola en México, el Valle del Yaqui y campos circundantes, así como también por la entrada de efluentes de aguas residuales urbanas y otros sectores productivos.

Se determinará i) el estado trófico del cuerpo de agua mediante la medición de nitrato, nitrito, nitrógeno total, NH₄, fósforo total, y clorofila a; ii) la población y diversidad de cianobacterias presentes mediante microbiología y biología molecular; iii) la determinación de las cianotoxinas potencialmente producidas por los aislados mediante bioinformática y biología molecular; iv) la determinación empírica de las cianotoxinas producidas; y v) el rastreo isotópico de las fuentes de aguas que se disponen en la bahía.

El resumen de participaciones en talleres y grupos de trabajo del director del proyecto durante el periodo es el siguiente:

Realizó una visita técnica para evaluar laboratorios y equipos para la identificación molecular de cianobacterias en el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas – 27/11/2023

Realizó una visita a la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), en Buenos Aires, Argentina para conocer las capacidades existentes en los laboratorios de la CNEA para la identificación de cianobacterias usando técnicas de biología – 03/12/23

Participación de colaboradores en reuniones, talleres, grupos de trabajo:

Roel Alejandro Chávez Luzanía, estudiante de maestría asistió a los cursos: i) “RLA7026-EVT2303508 Regional Training Course on Identification of Cyanobacteria Species by Microscopy and Basic Molecular Biology, Mazatlán, Sinaloa, Mexico”, y ii) “TN-RLA7026-2303448 Virtual Training Course on Sampling and Monitoring Design of Isotopes in Freshwater to Determine Sources of Excess Nutrients, San Salvador”.



Participantes del “RLA7026-EVT2303508 Regional Training Course on Identification of Cyanobacteria Species by Microscopy and Basic Molecular Biology, Mazatlán, Sinaloa, Mexico”

Vielka Berenice Jara Morales, estudiante de licenciatura asistió al curso “TN-RLA7026-2303448 Virtual Training Course on Sampling and Monitoring Design of Isotopes in Freshwater to Determine Sources of Excess Nutrients, San Salvador”.

Los principales resultados obtenidos, fueron:

- Se estandarizó un protocolo de extracción de ADN de cianobacterias para su uso en PCR y secuenciación.
- Se estandarizó el uso de 5 pares de primers para PCR punto final para la detección de genes relacionados a la producción de microcistina, saxitoxina, nodularina, cilindrospermopsina y anatoxina.
- Se afiliaron 5 aislados de cianobacterias utilizando el gen ribosomal ARN 16S.
- Se diseñó un plan de muestreo para agua superficial, agua subterránea y agua de lluvia con el fin de realizar análisis microbiológicos, de nutrientes e isotópicos.
- Se realizó un primer borrador de un artículo de revisión potencialmente titulado como “Cyanobacterial toxins: a genetic approach”.

Impacto de las Actividades De Proyecto

Se han establecido contactos con empresas relacionadas al área, así como con el Comité de Sanidad Acuícola del Estado Sonora (COSAES) y Unión General Obrero, Campesina y Popular (UGOCP), con el objetivo de fortalecer alianzas para la integración de los resultados en sus procesos productivas.



Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

No se presentaron problemas durante el periodo.

RLA2017 Apoyo a la preparación de planes de desarrollo de energía sostenible a escala regional (ARCAL CLXVI)

La Contraparte no labora en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, por lo tanto, no entregó su informe.

RLA5079 Aplicación de técnicas radio analíticas y complementarias para vigilar la presencia de contaminantes en la acuicultura (ARCAL CLXXI)

La Contraparte no entregó su informe de 2023.

En cuanto al **RLA5080 Fortalecimiento de la colaboración regional entre laboratorios oficiales para hacer frente a nuevos desafíos relacionados con la inocuidad de los alimentos (ARCAL CLXV)**, se reporta lo siguiente:

Resultados

- a) A finales del año 2019 el entonces Centro Nacional de Referencia de Plaguicidas y Contaminantes (CNRPyC), ahora Centro Nacional de Referencia de Inocuidad y Bioseguridad Agroalimentaria (CNRIBA) del SENASICA, recibe invitación para participar en el Proyecto RLA/5/080. Fortalecimiento de la colaboración regional entre laboratorios oficiales para hacer frente a nuevos desafíos relacionados con la inocuidad de los alimentos. (ARCALCLXV), cuyo objetivo es:
- Contribuir a mejorar la inocuidad alimentaria a través de políticas basadas en el riesgo de asegurar la salud pública y la protección del medio ambiente.
 - Fomentar la cooperación entre laboratorios de referencia de la región.
 - Armonizar la metodología de monitoreo y evaluación de riesgos.
 - Facilitar la generación de datos analíticos a través de colaboración entre los laboratorios de referencia.
 - Establecer una red de datos como parte de la infraestructura regional en inocuidad alimentaria.

Por lo anterior en el año 2023, el CNRIBA participó en el Grupo de Trabajo de Cooperación Técnica en el Proyecto “RLA5080”, organizado por RALACA (Red Analítica de Latinoamérica y el Caribe), OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agroalimentaria) y IAEA (Agencia Internacional de Energía Atómica), en la Ciudad de Panamá, del 25 al 26 de mayo de 2023.

- b) Recursos aportados por el país al proyecto (incluye la estimación detallada según tabla de indicadores financieros en especie).



Por el momento no se ha aportado ningún recurso.

Finalmente, de los resultados importantes a destacar, se tiene el fortalecimiento de la colaboración regional entre laboratorios oficiales para hacer frente a nuevos desafíos relacionados con la inocuidad de los alimentos.

Impacto de las actividades de proyecto en el país

Contribuir a mejorar la inocuidad alimentaria a través de políticas basadas en el riesgo de asegurar la salud pública y la protección del medio ambiente, derivado al contexto que actualmente se vive en América latina y el caribe como es:

- Heterogeneidad en la situación de la inocuidad alimentaria en la región.
- Diversidad de programas de monitoreo que, en varios casos, no llegan a cubrir todas las áreas de inocuidad alimentaria requerida.
- Insuficientes políticas basadas en el riesgo o falta de aplicación y seguimiento a las políticas establecidas.
- No se cuenta con una base de datos regional armonizada a la que puedan acceder los tomadores de decisiones.

Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

Cambio de persona encargada de llevar el proyecto a nombre del CNRIBA, se designa al IBQ. Sergio Iván Hernández en el lugar de la QA. Jocelyn Grethel Cedillo Saldaña en enero de 2023.

RLA6084 Fortalecimiento del desarrollo de recursos humanos a nivel regional en las diferentes ramas de la radio farmacia (ARCAL CLXIX)

Resultados y dificultades

Este proyecto tenía como objetivo fundamental fortalecer los sistemas nacionales de capacitación y los mecanismos de evaluación, certificación y acreditación de los recursos humanos dedicados a las diferentes áreas de radiofarmacia.

Como parte del proyecto se realizó una encuesta sobre la situación de Radiofarmacia en América Latina que permitió identificar la urgente necesidad de la región de recibir formación, evaluación, certificación y acreditación en este campo debido a la rápida evolución de la especialidad con la incorporación de radiofármacos teranósticos y otros radiofármacos emergentes, incluyendo la terapia con emisores alfa, y a partir de esa información se diseñó una estrategia para fortalecer las capacidades de los recursos humanos de radiofarmacia que tuvo como principales puntos la cooperación entre instituciones académicas locales y regionales para promover la formación de los profesionales de radiofarmacia, la elaboración de un programa de capacitación armonizado como base para las capacitaciones en los diferentes



campos de la radiofarmacia a ser implementados en distintos países de la región y la capacitación de instructores de distintos países que puedan participar en la implementación de programas educativos a nivel local.

Se concretó la etapa de capacitación de instructores mediante un curso virtual que combinó aspectos técnicos con herramientas didácticas necesarias para una docencia actualizada. Finalmente, se realizó un primer curso piloto donde los instructores formados en el curso anterior, apoyados por expertos, pusieron en práctica sus capacidades docentes.

El proyecto estaba originalmente programado para desarrollarse en los años 2020-2021, pero derivado de las restricciones de viajes por la pandemia por COVID 19 algunas actividades del proyecto se extendieron hasta el primer trimestre del 2023.

Los objetivos del proyecto se cumplieron parcialmente dado que no se pudieron llevar a cabo todas las actividades que se habían programado, principalmente por deficiencia presupuestal. En el proyecto original se tenían programados 3 cursos pilotos enfocados en la producción y control de calidad de radiofármacos (SPECT, PET y Terapia), actividades que necesariamente se tenían que realizar de forma presencial por ser cursos teórico-prácticos. Estos cursos se llevarían a cabo en el 2022 cuando había ya menos restricciones para viajar y para tener reuniones presenciales, sin embargo, no se pudieron llevar a cabo en buena medida porque el presupuesto del proyecto, que no se había utilizado en los años 2020-2021, ya no estaba disponible.

Después de varias reuniones virtuales con staff del IAEA, se pudo conseguir la asignación de fondos para concluir con las actividades restantes del proyecto, pero ya no fue suficiente para los 3 cursos, por lo que se decidió hacer un solo curso piloto que abarcará radiofármacos para los 3 tipos de aplicaciones: SPECT, PET y Terapia. Es así como el único curso piloto se llevó a cabo en Bogotá, Colombia, del 13 al 17 de marzo del 2023, teniendo como sede el Instituto Nacional de Cancerología en Bogotá, con la contribución de México de dos participantes como profesores: Dr. Miguel A. Ávila Rodríguez y la M. en C. Gabriela Contreras Castaños.

Durante la primera semana de septiembre del 2023 se llevó a cabo la Reunión de Coordinación Final del proyecto en formato híbrido por deficiencia presupuestaria, siendo México el país anfitrión. En esta reunión participaron las contrapartes de Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, Jamaica, México, Paraguay, Perú y Uruguay. De forma presencial estuvieron reunidos en la Facultad de Medicina de la UNAM, René Leyva (DMO, Cuba), Ana Rey (contraparte de Uruguay), Miguel A. Ávila (Anfitrión, México), Aruna Korde (TO) e Ismini Dimidis (PMO).

Impacto de las actividades

El impacto nacional que se esperaba como resultado de la participación en este proyecto era aumentar y mejorar la disponibilidad de profesionales relacionados con la radiofarmacia, brindando oportunidades de capacitación, evaluación y certificación. Esto se logró parcialmente debido a las restricciones del desarrollo del proyecto debido a la pandemia de COVID 19. Sin embargo, el proyecto contribuyó con los siguientes logros que eran parte de los objetivos:



ARCAL
ACUERDO REGIONAL DE COOPERACIÓN PARA LA PROMOCIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA
NUCLEARES EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

1. Se hizo una recopilación de información de los centros e instituciones donde se realizan prácticas de radiofarmacia en los diferentes niveles.
2. Capacitación de una persona de México que participó como estudiante en el curso “Formación de Formadores”, y como docente en el curso piloto que se llevó a cabo en Colombia bajo este proyecto ARCAL.
3. Colaboración directa en la elaboración del documento titulado “Guidelines for the harmonization of education requirements in Radiopharmacy” que se espera publicar en el marco de la Serie de Cursos de Formación del OIEA.
4. Aprobación de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma para ofrecer cursos optativos sobre diferentes aspectos de la radiofarmacia a nivel de pregrado.

Lecciones aprendidas:

Una lección aprendida en este proyecto fue sobre el retiro por parte del OIEA de fondos asignados al proyecto, pero no ejecutados en el período previsto.

En este proyecto el OIEA procedió al retiro de los fondos no utilizados en el periodo crítico de la pandemia, sin hacer ningún tipo de alerta al DTM, por lo que fue imposible dar cumplimiento a gran parte de las actividades del plan de trabajo original.

Sería deseable que cuando existan situaciones extraordinarias o causas de fuerza mayor como fue la pandemia por COVID-19, se revea la política de retirar fondos asignados no ejecutados, permitiéndose no solo la extensión del proyecto sino también el traslado en el tiempo de los recursos financieros asignados, evitando la paralización casi completa de un proyecto en curso.



4. APORTE ECONOMICO ESTIMADO DEL PAIS AL PROGRAMA:

Anexo 5.1 – Formato para el Informe Anual de las Actividades de ARCAL en el país

Anexo 5.2 – Tabla de indicadores financieros para valorar el aporte de los países

5.1 Recursos aportados por el país al programa (incluye la estimación detallada según tabla de indicadores financieros en especie).

PROYECTOS APROBADOS DEL CICLO 2022-2023

Código y Título de Proyecto	Coordinador/a del Proyecto	Aporte valorado
RLA 0070 “Fortalecimiento de la Cooperación Regional (ARCAL CLXXXVI)”	Verónica Elizabeth Badillo Almaraz	2,400
RLA1020 Promoción de la tecnología de la radiación en polímeros naturales y sintéticos para desarrollar nuevos productos, con hincapié en la recuperación de residuos (ARCAL CLXXIX)	Claudia Elizabeth Gutiérrez Wing	10,616
RLA1021 Fortalecimiento de las capacidades y promoción de nuevas tendencias relacionadas con las tecnologías de irradiación con fines de cuarentena	Miguel Irán Alcérreca	3,500
RLA1022 Mejora de la satisfacción de la demanda regional de productos y servicios de reactores nucleares de investigación (ARCAL CLXXX)	Fortunato Aguilar Hernández	1,300
RLA5086 Reducción de la tasa de mortalidad de la trucha arco iris asociada al virus de la necrosis pancreática infecciosa y a enfermedades emergentes mediante técnicas moleculares y ómicas (ARCAL CLXXV)	Cesar Ortega Santana	4,000
RLA5089 Evaluación de los efectos de los metales pesados y otros contaminantes en los suelos contaminados por actividades de	Samuel Tejeda	16,300



ARCAL
ACUERDO REGIONAL DE COOPERACIÓN PARA LA PROMOCIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA
NUCLEARES EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

origen antropógeno y natural (ARCAL CLXXVII)		
RLA6085 Fortalecimiento de las capacidades de los centros de ciclotrones/tomografía por emisión de positrones de la región (ARCAL CLXXXIII)	Miguel Ángel Ávila Rodríguez	6,000
RLA6086 Integración de las técnicas de medicina nuclear en un enfoque multimodal en cardiología para el diagnóstico precoz y la estratificación del riesgo de enfermedad cardiovascular en mujeres Latinoamericanas	Adriana Puente Barragán	0.00
RLA6089 Uso de isótopos estables para reducir los riesgos nutricionales en mujeres embarazadas y su impacto en los lactantes (ARCAL CLXXXIV)	Humberto Astiazarán García	8,058.00
RLA6090 Refuerzo de la gestión de la radioterapia para el tratamiento del cáncer cervicouterino en América Latina y el Caribe (ARCAL CLXXXII)	Guadalupe Elizabeth Trejo Durán	0.00
RLA7026 Evaluación de la contaminación ambiental orgánica e inorgánica en medios acuáticos y de sus efectos en el riesgo de cianobacterias que producen cianotoxina	Sergio de los Santos Villalobos	3,500
Total		55,674.00



PROYECTOS DEL CICLO 2020-2021, CON EXTENSIÓN AL 2023

Código y Título de Proyecto	Coordinador/a del Proyecto	Aporte valorado
RLA2017 Apoyo a la Elaboración de Planes de Desarrollo Energético Sostenible a Nivel Regional.	Jaime Esquivel Estrada	0.00
RLA5079 Aplicación de técnicas radio analíticas y complementarias para vigilar la presencia de contaminantes en la acuicultura (ARCAL CLXXI)	Iván Gallego Alarcón	0.00
RLA5080 Fortalecimiento de la colaboración regional entre laboratorios oficiales para hacer frente a nuevos desafíos relacionados con la inocuidad de los alimentos (ARCAL CLXV)	Mayrén Cristina Zamora Nava	0.00
RLA6084 Fortalecimiento del desarrollo de recursos humanos a nivel regional en las diferentes ramas de la radiofarmacia (ARCAL CLXIX)	Miguel Ángel Ávila Rodríguez	13,700
TOTAL		13,700



5.2 – Tabla de Indicadores Financieros, para Valorar el Aporte de los Países al Programa ARCAL

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD EN EUROS
1. Expertos/as Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	6,200
2. Grupo Directivo del OCTA, Grupos de Trabajo del OCTA y Puntos Focales	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	0,00
3. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	11,300
4. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	0,00
5. Becario/a cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	0,00
6. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	0,00
7. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	0,00
8. Gastos locales por Sede de Reuniones de Coordinación Técnica (OCTA)	EUR 50.000 por semana	0,00
9. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	0,00
10. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	2,916
11. Tiempo, trabajado como Coordinador/a Nacional y su equipo de soporte	Máximo EUR 1.500 por mes	0,00
12. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	0,00
13. Tiempo trabajado como Coordinador/a de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	26,400
14. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	10,100
15. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: <ul style="list-style-type: none"> ● Viáticos internos/externo ● Transporte interno/externo 	Máximo EUR 7.500/proyecto	5,465
16. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	6,993
TOTAL		69,374.00

NOTA: No deben ser contabilizadas otras actividades no incluidas en esta Tabla.