



**ARCAL**

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

***INFORME ANUAL***

***Año: 2024***

***País: PERÚ***

Rolando Páucar Jáuregui  
Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)  
Coordinador Nacional de ARCAL - Perú



## ***INTRODUCCIÓN***

El Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN), en su rol de organismo de enlace con el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), ha consolidado su participación en el Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe (ARCAL). Este acuerdo ha sido un instrumento clave para el desarrollo de capacidades y la implementación de proyectos nucleares en la región, permitiendo la cooperación entre países miembros y el fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica.

En el año 2024, el Perú ha participado activamente en 19 proyectos ARCAL, los cuales abarcan áreas temáticas que representan sectores prioritarios como salud humana, agricultura y alimentación, ambiente, tecnologías con radiación.

Los proyectos en ejecución han permitido fortalecer la investigación y aplicación de tecnologías nucleares, contribuyendo a la solución de problemas nacionales y regionales. En el ámbito de la salud, se ha impulsado el uso de técnicas avanzadas en radioterapia, la producción de radiofármacos y la optimización del diagnóstico de enfermedades oncológicas y cardiovasculares. En agricultura y sanidad animal, se han implementado estrategias para el control de plagas y el monitoreo de contaminantes en productos agrícolas. En el sector ambiental, se han desarrollado estudios para evaluar la calidad del agua, la contaminación del suelo y los efectos del cambio climático en los ecosistemas marinos y terrestres.

Este informe presenta un análisis detallado de la participación del Perú en los proyectos ARCAL durante el 2024, destacando:

- El impacto y los beneficios obtenidos a través de la ejecución de los proyectos.
- Los desafíos y dificultades encontrados durante su implementación.
- La participación de los representantes nacionales en reuniones, talleres y actividades de coordinación.
- El aporte económico estimado del país, que en el 2024 ascendió a 251,705 euros, reflejando el compromiso con el desarrollo de la tecnología nuclear y la cooperación regional.

A través de esta participación, el Perú continúa consolidando su liderazgo en la región y reafirma su compromiso con el desarrollo sostenible mediante el uso pacífico de la tecnología nuclear.



## CONTENIDOS DEL INFORME

<b>1. RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	<b>6</b>
<b>(1)RLA0070 Fortalecimiento de la cooperación regional (ARCAL CLXXXVI)</b> .....	<b>6</b>
<b>1.1. Actividades Realizadas en El Marco De Los Proyectos ARCAL</b> .....	<b>13</b>
(2) 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) .....	13
(3) RLA5085 Fortalecimiento de la capacidad de los laboratorios oficiales para monitorizar brotes de enfermedades animales y zoonóticas prioritarias y responder a ellos (ARCAL CLXXIV) .....	14
(4) 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).....	16
(5) RLA5087 Validación de la técnica del insecto estéril para el control de la mosca sudamericana de la fruta (ARCAL CLXXVI) .....	18
(6) RLA5089 Valuación de los efectos de los metales pesados y otros contaminantes en los suelos contaminados por actividades de origen antropógeno y natural (ARCAL CLXXVII).....	19
(7) RLA6085 Fortalecimiento de las capacidades de los centros de ciclotrones/tomografía por emisión de positrones de la región (ARCAL CLXXXIII) .....	20
(8) RLA6089 Uso de isótopos estables para reducir los riesgos nutricionales en mujeres embarazadas y su impacto en los lactantes (ARCAL CLXXXIV).....	22
(9) RLA6090 Refuerzo de la gestión de la radioterapia para el tratamiento del cáncer cervicouterino en América Latina y el Caribe (ARCAL CLXXXII) .....	23
(10) 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).....	23
(11) RLA0073 Fortalecimiento de la igualdad de género en las instituciones nucleares nacionales (ARCAL CXCVI) .....	28
(12) RLA1023 Fortalecimiento de la capacidad técnica para utilizar la tecnología de la radiación en el tratamiento de aguas residuales (ARCAL CXCI) .....	28
(13) RLA5090 Mejorar la productividad agrícola mediante mejores prácticas agrícolas y una mayor variedad (ARCAL CXCII).....	29
(14) RLA5091 Fortalecimiento de los programas de monitoreo de residuos de plaguicidas y micotoxinas en alimentos mediante el establecimiento de un programa de pruebas de competencia en laboratorios oficiales (ARCAL CXCV).....	30



(17) RLA6093 Fortalecimiento de capacidades regionales sobre el uso de técnicas de medicina nuclear en un enfoque multimodal de cardiooncología en pacientes con cáncer (ARCAL CXCIII) .....	33
(18) RLA7028 Fortalecimiento de las capacidades regionales sobre la aplicación de técnicas nucleares e isotópicas para aumentar el conocimiento sobre los factores estresantes que afectan la gestión sostenible marina y costera (ARCAL CLXXXIX) .....	35
(19) RLA7029 Mejora de las capacidades regionales para evaluar la disponibilidad y calidad del agua dulce mediante técnicas de hidrología isotópica (ARCAL CXCIV) .....	37
<b>2. PARTICIPACIÓN DEL COORDINADOR NACIONAL EN LAS ACTIVIDADES DE ARCAL ..</b>	<b>39</b>
<b>(1) RLA0070 Fortalecimiento de la cooperación regional (ARCAL CLXXXVI) .....</b>	<b>39</b>
<b>3. RESULTADOS, DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DE LOS PROYECTOS Y DEL ACUERDO .....</b>	<b>43</b>
(2) 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) .....	43
(3) RLA5085 Fortalecimiento de la capacidad de los laboratorios oficiales para monitorizar brotes de enfermedades animales y zoonóticas prioritarias y responder a ellos (ARCAL CLXXIV) .....	54
(4) 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) .....	57
(5) RLA5087 Validación de la técnica del insecto estéril para el control de la mosca sudamericana de la fruta (ARCAL CLXXVI) .....	59
(6) RLA5089 Valuación de los efectos de los metales pesados y otros contaminantes en los suelos contaminados por actividades de origen <i>antropógeno y natural</i> (ARCAL CLXXVII) .....	61
(7) RLA6085 Fortalecimiento de las capacidades de los centros de ciclotrones/tomografía por emisión de positrones de la región (ARCAL CLXXXIII) .....	62
(8) RLA6089 Uso de isótopos estables para reducir los riesgos nutricionales en mujeres embarazadas y su impacto en los lactantes (ARCAL CLXXXIV) .....	63
(9) RLA6090 Refuerzo de la gestión de la radioterapia para el tratamiento del cáncer cervicouterino en América Latina y el Caribe (ARCAL CLXXXII) .....	64
(10) 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) .....	66
(11) RLA0073 Fortalecimiento de la igualdad de género en las instituciones nucleares nacionales (ARCAL CXCVI) .....	67
(12) RLA1023 Fortalecimiento de la capacidad técnica para utilizar la tecnología de la radiación en el tratamiento de aguas residuales (ARCAL CXCI) .....	69
(13) RLA5090 Mejorar la productividad agrícola mediante mejores prácticas agrícolas y una mayor variedad (ARCAL CXCII) .....	70



(14) RLA5091 Fortalecimiento de los programas de monitoreo de residuos de plaguicidas y micotoxinas en alimentos mediante el establecimiento de un programa de pruebas de competencia en laboratorios oficiales (ARCAL CXCIV).....	71
(15) RLA5092 Mejora de la capacidad regional para la adopción de la técnica de los insectos estériles (TIE) como componente del programa de control de mosquitos (ARCAL CLXXXVII).....	71
(16) RLA6092 Fortalecimiento del uso de técnicas avanzadas y esquemas de hipofraccionamiento de radioterapia en los países de la región (ARCAL CLXXXVIII)...	72
(17) RLA6093 Fortalecimiento de capacidades regionales sobre el uso de técnicas de medicina nuclear en un enfoque multimodal de cardiooncología en pacientes con cáncer (ARCAL CXCV) .....	76
(18) RLA7028 Fortalecimiento de las capacidades regionales sobre la aplicación de técnicas nucleares e isotópicas para aumentar el conocimiento sobre los factores estresantes que afectan la gestión sostenible marina y costera (ARCAL CLXXXIX).....	77
(19) RLA7029 Mejora de las capacidades regionales para evaluar la disponibilidad y calidad del agua dulce mediante técnicas de hidrología isotópica (ARCAL CXCVI) .....	78
<b>4. IMPACTOS</b> .....	<b>79</b>
(2) 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 CLXXXIX) .....	79
(3) RLA5085 Fortalecimiento de la capacidad de los laboratorios oficiales para monitorizar brotes de enfermedades animales y zoonóticas prioritarias y responder a ellos (ARCAL CLXXIV) .....	79
(4) 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).....	80
(5) RLA5087 Validación de la técnica del insecto estéril para el control de la mosca sudamericana de la fruta (ARCAL CLXXVI).....	81
(6) RLA5089 Valuación de los efectos de los metales pesados y otros contaminantes en los suelos contaminados por actividades de origen antropógeno y natural (ARCAL CLXXVII) .....	82
(7) RLA6085 Fortalecimiento de las capacidades de los centros de ciclotrones/tomografía por emisión de positrones de la región (ARCAL CLXXXIII) .....	82
(8) RLA6089 Uso de isótopos estables para reducir los riesgos nutricionales en mujeres embarazadas y su impacto en los lactantes (ARCAL CLXXXIV).....	83
(9) RLA6090 Refuerzo de la gestión de la radioterapia para el tratamiento del cáncer cervicouterino en América Latina y el Caribe (ARCAL CLXXXII) .....	84
(10) 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 CLXXXVIII).....	85



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

(11)RLA0073 Fortalecimiento de la igualdad de género en las instituciones nucleares nacionales (ARCAL CXCVI) .....	86
(12)RLA1023 Fortalecimiento de la capacidad técnica para utilizar la tecnología de la radiación en el tratamiento de aguas residuales (ARCAL CXCI) .....	87
(13)RLA5090 Mejorar la productividad agrícola mediante mejores prácticas agrícolas y una mayor variedad (ARCAL CXCII).....	87
(14)RLA5091 Fortalecimiento de los programas de monitoreo de residuos de plaguicidas y micotoxinas en alimentos mediante el establecimiento de un programa de pruebas de competencia en laboratorios oficiales (ARCAL CXCIV).....	88
(15)RLA5092 Mejora de la capacidad regional para la adopción de la técnica de los insectos estériles (TIE) como componente del programa de control de mosquitos (ARCAL CLXXXVII).....	89
(16)RLA6092 Fortalecimiento del uso de técnicas avanzadas y esquemas de hipofraccionamiento de radioterapia en los países de la región (ARCAL CLXXXVIII)...	89
(17)RLA6093 Fortalecimiento de capacidades regionales sobre el uso de técnicas de medicina nuclear en un enfoque multimodal de cardioncología en pacientes con cáncer (ARCAL CXCIII) .....	90
(18)RLA7028 Fortalecimiento de las capacidades regionales sobre la aplicación de técnicas nucleares e isotópicas para aumentar el conocimiento sobre los factores estresantes que afectan la gestión sostenible marina y costera (ARCAL CLXXXIX).....	90
(19)RLA7029 Mejora de las capacidades regionales para evaluar la disponibilidad y calidad del agua dulce mediante técnicas de hidrología isotópica (ARCAL CXCIV) .....	91
<b>5. APOORTE ECONÓMICO ESTIMADO DEL PAÍS AL PROGRAMA .....</b>	<b>92</b>
<b>5.1 RECURSOS APORTADOS POR EL PAÍS AL PROGRAMA .....</b>	<b>92</b>
<b>5.2 – TABLA INDICADORES FINANCIEROS PARA VALORAR EL APOORTE DE LOS PAÍSES AL PROGRAMA ARCAL .....</b>	<b>96</b>



## 1. RESUMEN EJECUTIVO

### (1) RLA0070 Fortalecimiento de la cooperación regional (ARCAL CLXXXVI)

La participación en el Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y Tecnología Nucleares en América Latina y El Caribe (ARCAL), ha demostrado a lo largo de los años ser el medio más efectivo de cooperación con fines de desarrollo de proyectos y uso de la tecnología nuclear en nuestro país.

El Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) como organismo de enlace con el OIEA ha ofrecido su experiencia e infraestructura científico tecnológica para servir a la región de forma tal que se obtengan los máximos beneficios a favor del desarrollo regional y nacional de los países miembros de ARCAL.

El Perú desde 1984 ha promovido y coadyuvado, inicialmente en los países andinos y luego en los países de la región de América Latina y el Caribe, con el auspicio del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), los esfuerzos para diseñar y poner en marcha programas de formación de recursos humanos, implementación de la infraestructura necesaria para introducir e incrementar el uso de técnicas nucleares en favor del desarrollo sostenible.

En este contexto las instituciones peruanas bajo el liderazgo del Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) han venido participando activamente en el Programa ARCAL.

En el año 2024, el Perú ha participado en 19 proyectos ARCAL, a través de las siguientes instituciones nacionales:

- Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)
- Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)
- Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)
- Instituto del Mar del Perú (IMARPE)
- Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM)
- Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP)
- Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN)
- Instituto Regional de Enfermedades Neoplásicas del Centro (IREN) Centro
- Instituto Regional de Enfermedades Neoplásicas del Sur (IREN) Sur
- Instituto Nacional de Salud (INS)
- Instituto Nacional Cardiovascular “Carlos Alberto Peschiera Carrillo” (INCOR)
- Women in Nuclear Perú (WiN Peru)
- Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins HNERM de ESSalud

En el 2024, Perú ha ocupado el cargo de Secretario en el Grupo Directivo del OCTA, ha formado parte del Grupo de Seguimiento y Evaluación y ha sido coordinador alterno del área temática Tecnologías con Radiación.



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

En los últimos años ha pasado a ser sede de importantes eventos regionales auspiciados por el Acuerdo ARCAL:

- Primera Reunión Regional de Coordinación del Proyecto RLA6092 “Fortalecimiento del uso de técnicas avanzadas y esquemas de hipofraccionamiento de radioterapia en los países de la región (ARCAL CLXXXVIII), del 18 al 22 de marzo de 2024.
- Reunión Intermedia de Coordinación del Proyecto RLA1020 “Fomento del uso 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), del 10 al 14 de junio de 2024.
- Reunión Final de Coordinación del Proyecto RLA6085 “Fortalecimiento de las capacidades de los centros de ciclotrones/tomografía por emisión de positrones de la región (ARCAL CLXXXIII), del 02 al 06 de diciembre de 2024

En junio 2024, el Perú recibió la visita del Director General del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), Dr. Rafael Mariano Grossi, en la cual se llevaron a cabo diversas actividades relacionadas con la cooperación bilateral entre nuestro país y el OIEA y su programa de cooperación técnica. Mediante el programa de cooperación técnica del OIEA se ejecutan proyectos, como los proyectos regionales ARCAL, en los que las múltiples aplicaciones de la ciencia y tecnología nuclear contribuyen al mejoramiento de la sociedad.



Imagen: El Dr. Rolando Páucar, Presidente del IPEN y el Dr. Rafael Mariano Grossi, Director General del OIEA, en la visita que se realizó al RP-10, el 18 de junio de 2024.



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



Imagen: El Ministro de Energía y Minas, Ing. Rómulo Mucho agradeció la presencia del Director General del OIEA.



Imagen: Altos funcionarios del IPEN participando, investigadores y funcionarios del Ministerio de Energía y Minas acompañan a la delegación del OIEA en la sala de control del RP-10.



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



Imagen: Presidente del IPEN y Director General del OIEA visitan el INEN, recibidos por el Dr. Francisco Berrospi y su equipo médico.



Imagen: Director General del OIEA, funcionarios del IPEN e IMARPE visitan IMARPE para fortalecer capacidades en el estudio del ambiente marino con técnicas nucleares.



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



Imagen: Embajador Grossi y funcionarios del IPEN visitan el Instituto Nacional de Salud del Niño de San Borja, recibidos por la Dra. Zulema Tomas.

En el mes de julio 2024, se recibió la visita de una Misión de Expertos para evaluar el Impacto del Programa ARCAL (piloto) en nuestro país a quienes se les brindó las facilidades para realizar entrevistas presenciales a Funcionarios de los sectores de Salud y Agricultura y a contrapartes de proyectos ARCAL del período evaluado 2016-2021.





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

En el 2024, nuestro país ha colaborado con la edición del Video, elaboración del Folleto y redacción de los contenidos del Tótem por la celebración de los 40 años de ARCAL.



Imagen: Video de Arcal conmemora sus 40 años, se puede ver el video completo en el siguiente enlace:  
<https://youtu.be/n2KUdQ58Jo8?feature=shared>



Imagen: Stand para la conferencia ministerial de Ciencia, Tecnología y Aplicaciones Nucleares de IAEA, conmemoración de los 40 años de ARCAL.  
[https://www.linkedin.com/company/arc-al-org?trk=feed-detail\\_main-feed-card\\_feed-actor-name](https://www.linkedin.com/company/arc-al-org?trk=feed-detail_main-feed-card_feed-actor-name)



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

El Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) celebró su **49° aniversario** con la **Jornada Científica Internacional** titulada "*Perspectivas de la tecnología nuclear en América Latina y el Caribe*". El evento reunió a los Coordinadores Nacionales de ARCAL y altos representantes de entidades nucleares de **12 países** (Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Jamaica, Panamá, Paraguay, Uruguay, Venezuela y Perú), quienes expusieron los avances y perspectivas de la tecnología nuclear en la región.

La inauguración estuvo a cargo del **Ministro de Energía y Minas del Perú, Ing. Oscar Vera Gargurevich**, quien destacó el papel del IPEN en el impulso de proyectos para fortalecer la infraestructura nuclear y su aplicación en sectores estratégicos.

El **Presidente del IPEN** resaltó las principales aplicaciones de la tecnología nuclear en salud, industria, minería, hidrología y agricultura, mencionando proyectos futuros como la construcción de **dos plantas de irradiación en Lima y Piura** para mitigar los efectos del cambio climático en la agroexportación.

Los expositores compartieron experiencias y logros nacionales, destacando la importancia de la colaboración regional en la solución de problemas comunes mediante técnicas nucleares. La jornada contó con **160 participantes** y facilitó el establecimiento de alianzas estratégicas entre los países.

El evento fue clausurado por el **Dr. Francisco Rondinelli**, Presidente de la **Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN) de Brasil**, quien felicitó al IPEN por promover el intercambio de información y fortalecer la cooperación en la región.



Imagen: En el 49° Aniversario del IPEN, se realizó la Jornada Científica Internacional titulada "Perspectivas de la tecnología nuclear en América Latina y el Caribe", realizada el 2 de febrero de 2024



A continuación, se resumen las principales actividades realizadas en el marco de los proyectos ARCAL en los que participó el Perú en el año 2024:

## **1.1. Actividades Realizadas En El Marco De Los Proyectos ARCAL**

### **(2) 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)**

*Coordinadores del Proyecto: Javier Gago Campusano, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN); y Mary Flor Césare Coral, Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)*

El proyecto regional RLA1020 aborda los desafíos ambientales relacionados con la gestión de residuos sólidos y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. En este contexto, el proyecto proporciona un marco para expandir la investigación desde el laboratorio hacia una aplicación industrial efectiva, garantizando la protección del medio ambiente.

El material compuesto desarrollado en este proyecto está formado por una mezcla adecuada de polietileno de alta densidad reciclado como matriz polimérica y partículas lignocelulósicas provenientes de residuos de aserrío como refuerzo, promoviendo la reutilización de materiales y la economía circular. El proceso incluye la recolección de insumos consistente en residuos plásticos, residuos de madera y material acoplante (polietileno injertado con anhídrido maleico-PE/MA); caracterización de propiedades de los insumos; trituración y tamizado de los materiales a un tamaño uniforme; procesamiento en extrusora para homogeneizar la mezcla; prensado térmico para la obtención del material compuesto; Irradiación y caracterización del producto final para evaluar sus propiedades mecánicas según dosis y concentraciones.

Uno de los aspectos clave en el avance del proyecto ha sido la preparación y acondicionamiento de la materia prima, lo que incluye la molienda del polímero reciclado y el agente acoplante, así como el tamizado del aserrín para obtener harina de madera. Además, el secado del material fibroso es un paso crucial para reducir la humedad y garantizar la calidad y durabilidad del material compuesto final.

Este trabajo es desarrollado por el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) en colaboración con la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), cuya participación ha sido fundamental para la transferencia de conocimientos y recursos, fortaleciendo la capacidad local para la investigación y el desarrollo tecnológico.

Las actividades más relevantes del periodo anual incluyen: participación en eventos para divulgar los avances del proyecto; obtención de financiamiento para tesis por parte de Aleshka Chinchay; organización de la Reunión Intermedia del Proyecto ARCAL (ME-RLA 1020-2401543); apoyo a otros proyectos relacionados con el desarrollo y aplicación de tecnologías de irradiación en materiales compuestos.



Este proyecto representa un avance significativo en la investigación y aplicación de tecnologías innovadoras para la valorización de residuos y la mitigación del impacto ambiental, alineándose con las estrategias de economía circular y sostenibilidad.

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

*Coordinadora del Proyecto: Katherine Portilla Jarufe, Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)*

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)’ fue aprobado por la Junta de Gobernadores del OIEA para el periodo 2022-2025. El objetivo del proyecto se centra en apoyar a los Estados Miembros de América Latina y el Caribe a fortalecer el desarrollo de capacidades de diagnóstico de los laboratorios veterinarios oficiales en la región para monitorear y responder a brotes de enfermedades animales y zoonóticas prioritarias. Al inicio del proyecto los países adheridos fueron Argentina, Belice, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica (contraparte líder - DTM), Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Perú, República Dominicana, Uruguay, Venezuela.

Durante la ejecución del mencionado proyecto se han realizado las siguientes actividades:

- a) Recepción de reactivos, materiales y patrones de referencia para laboratorio solicitados por los coordinadores del proyecto.

Con fecha 07 de abril de 2022 se remitió la relación de insumos de laboratorio solicitados por la Unidad del Centro de Diagnóstico de Sanidad Animal (UCDSA) con los lineamientos dado por la OIEA en marco del proyecto RLA5085, para la implementación de métodos de diagnósticos para las enfermedades prioritarias contempladas en el proyecto.

Con Resolución Ministerial N°006-2024-MIDAGRI del 12 de Enero del 2024, el Gobierno del Perú acepta la donación de 25 insumos de Laboratorio a favor del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) otorgado por el Organismo Internacional de Energía Atómica- OIEA.

Con comprobante de salida N° 001-2024.00229 la UCDSA recibió conforme el 01-02-2024 los reactivos, kit de diagnóstico y controles de referencia otorgado por el Organismo Internacional de Energía Atómica- OIEA.

- b) Participación en la “Capacitación Regional sobre Producción de Materiales de Referencia Secundarios”

- Fecha: Del 05 al 09 de Agosto 2024



- Lugar: Asunción- Paraguay
- Participante: M.V. Cristian Urrunaga Velásquez
- Actividades:

Se realizó un entrenamiento teórico- práctico de manera presencial con la participación de un profesional en el caso de Perú, para la producción de materiales de referencia secundarios.

- Objetivo:

El objetivo del taller fue entrenar en aspectos teóricos y prácticos sobre nuevas técnicas moleculares para la producción de materiales de referencia secundarios con la finalidad de garantizar y asegurar la calidad de los resultados de laboratorio obtenidos.

c) Participación en el “Curso Regional de Capacitación en Genómica y Bioinformática de Enfermedades Animales”.

- Fecha: Del 07 al 18 de Octubre del 2024
- Lugar: Santiago de Chile, Chile
- Participante: M.V. Carla Gabriela Duran Gonzales
- Actividades:

Se realizó de manera presencial con la participación de un profesional en el caso de Perú, que cumplía con los requisitos solicitados.

- Objetivo:

El objetivo del taller fue fortalecer la capacidad de los Laboratorios Oficiales en respuesta a enfermedades animales y zoonóticas a nivel regional, a fin de mejorar habilidades en la caracterización molecular de patógenos mediante el uso de herramientas genómicas y bioinformáticas.

- El Curso se desarrolló en dos partes:

Parte I: Orientado a conocer acerca de estas nuevas tecnologías (principalmente las plataformas Illumina y Oxford Nanopore) y sus aplicaciones, así como la síntesis de bibliotecas a partir de muestras de origen aviar y secuenciación mediante el uso de las dos plataformas;

Parte II: Introducción sobre codificación, softwares y aplicaciones de bioinformática, para posteriormente analizar la data cruda obtenida de la preparación de bibliotecas previamente realizada utilizando diversas herramientas del servidor web Galaxy mediante la elaboración de flujos de trabajo orientados a limpiar, alinear y ensamblar las secuencias, realizar el análisis filogenético y la caracterización del virus de Influenza Aviar, pudiendo identificar los subtipos de Influenza de Alta Patogenicidad y Baja Patogenicidad (HPAI y LPAI, respectivamente).



#### **(4) 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)**

*Coordinadora del Proyecto: Nieves Sandoval Chaupe, Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM)*

La acuicultura es uno de los sectores de la cadena de producción alimenticia con un marcado crecimiento, y se espera que siga aumentando con el fin de garantizar la seguridad alimentaria para la creciente población humana. El cultivo de la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) es una de las principales actividades acuícolas en la región de América Latina y el Caribe (ALC), siendo el segundo productor mundial después de Asia. En este proyecto participan los países de Argentina, Brasil, Chile, Ecuador, México, Panamá, Perú, y Uruguay.

La situación en los distintos países de la región es muy variada, en algunos países, la actividad es desarrollada en su mayoría por comunidades rurales de bajos recursos económicos. En consecuencia, muchos de ellos carecen de infraestructura adecuada, personal calificado, vigilancia epidemiológica y controles sanitarios apropiados. No obstante, algunos países cuentan con emprendimientos comerciales de mayor envergadura, pero la necesidad de implementar programas de mejora animal es transversal y necesaria para todos los niveles de acuicultura a pesar de ello se requiere implementar programas de mejora animal.

Las aplicaciones de técnicas nucleares, tales como las herramientas moleculares en producción y salud animal, permitirán desarrollar y mejorar las capacidades de los países participantes para la detección y diferenciación de enfermedades de la trucha, y la identificación de patrones genéticos asociados con la respuesta inmune y mecanismos de resistencia a enfermedades virales. Las nuevas biotecnologías se utilizarán para promover la sanidad en el sector acuícola a través de la selección convencional para la resistencia a enfermedades mediante la caracterización molecular y el diagnóstico de diferentes cepas de patógenos (RSP 2022-2029). 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.

En el año 2024 el país participó activamente en el proyecto RLA5086 en ejecución titulado “Reducción de la tasa de mortalidad de la trucha arco iris asociada al virus de la necrosis pancreática infecciosa y a las enfermedades emergentes mediante técnicas moleculares y OMIC (ARCAL CLXXV)”, donde el país fue sede de uno de los eventos comprometidos y agendado en el 2023.

- Se realizó el evento: Regional Training Course on the Molecular Diagnostics and Nanopore Sequencing of the Infectious Necrosis (IPN) Virus” del 18 al 22 de marzo del 2024.

El evento, tanto la inauguración, la parte teórica y práctica fueron realizados en la sede de los laboratorios de diagnóstico del Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES) localizado en Ventanilla durante los días 18 al 21 de marzo y la Clausura y las últimas clases teóricas fueron realizadas en el aula de posgrado de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Univ. Nac. Mayor de San Marcos (UNMSM), ubicada en San Borja, el 22 de marzo. Se contó en la inauguración y



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

en la clausura del curso con la presencia de las Autoridades de la UNMSM y Funcionarios del IPEN y de SANIPES.

En esa reunión se recordó qué cursos se habían realizado según lo programado en el año 2022 y se acordó que con los fondos de los cursos no realizados se apoyaría a la compra de materiales para la realización del evento en Perú del 18-22 de marzo del 2024. El primer día, todos los países participantes presentaron un PPT donde se expuso a través de un reporte de la situación del país frente al IPN y otras enfermedades, en un tiempo no mayor de 10 minutos. El segundo día, trabajamos un resumen de la información de los reportes de cada país, también se hizo la identificación de fortalezas y necesidades de mejora de los institutos o contrapartes y se terminó realizando una discusión general sobre el tema del proyecto, se elaboró un Excel donde se plasmaron las información compartida de referencia y actualizada de las contrapartes. También se discutió y planificó reuniones y cursos de entrenamientos enfatizando las fechas, lugares o países a realizarse y potenciales conferencias. Así mismo, todos los participantes vimos la necesidad para cumplir los objetivos del proyecto de requerimientos de equipos y consumibles. El tercer día, cada país presentó un proyecto de plan de trabajo en nuestros propios países que permitan apoyar los resultados del proyecto ARCAL 5086. El evento tuvo un horario de trabajo, de 8:00 am hasta las 4:00 pm.

Imagen: Reunión de evento de SANIPES



- Perú no pudo participar en el evento realizado en Brasil ni de manera virtual ni presencial, según lo programado por ARCAL, debido a requisitos solicitados en el IPEN que no pudieron ser cumplidos en ese momento.



## **(5) RLA5087 Validación de la técnica del insecto estéril para el control de la mosca sudamericana de la fruta (ARCAL CLXXVI)**

*Coordinador del Proyecto: Edgardo Ortiz Carpio, Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)*

El proyecto RLA5087 tiene como objetivo mejorar la sanidad vegetal, la seguridad alimentaria y la inocuidad de los alimentos mediante la aplicación de la Técnica del Insecto Estéril (TIE) y el establecimiento de áreas con baja prevalencia de la mosca de la fruta sudamericana. En Perú, se han llevado a cabo diversas actividades claves, incluyendo reuniones de coordinación, obtención y estabilización de cepas genéticas, y participación en foros internacionales. Estos esfuerzos han contribuido significativamente al avance del proyecto y a la promoción de nuevas tecnologías para el control de plagas.

Las actividades del proyecto RLA5087 en Perú han tenido un impacto positivo en varios aspectos:

- Sanidad Vegetal:** La implementación de la TIE y la estabilización de la cepa de sexado genético mejoraran la capacidad del país para controlar la mosca de la fruta, reduciendo su prevalencia y protegiendo los cultivos.
- Seguridad Alimentaria:** Al controlar la mosca de la fruta, se asegurará una mayor calidad y cantidad de productos agrícolas, contribuyendo a la seguridad alimentaria del país.
- Desarrollo Tecnológico:** La participación en reuniones y foros internacionales ha permitido el intercambio de conocimientos y la adopción de nuevas tecnologías, fortaleciendo las capacidades locales.



Imagen: Presentación del Proyecto RLA 5087



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

*Coordinadores del Proyecto: Patricia Bedregal y Marco Ubillus Namihas, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)*

En el proyecto RLA 5089, participan 18 países: Argentina, Belice, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Guatemala, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Uruguay y Venezuela y 19 instituciones (2 de Colombia). Para cumplir con el objetivo general del proyecto, de contribuir a la mejora de la gestión sostenible de los suelos a través de proveer información de estudios regionales y/o nacionales sobre el impacto de la contaminación por metales pesados en suelos contaminados por actividades antropogénicas y de origen natural en la región, se inició con la estrategia de intervención que consistió en:

1. La formación del equipo de gestión y ejecución nacional del proyecto y selección de un caso de estudio.
2. La elaboración de un protocolo de muestreo de suelos para la cuantificación de metales pesados
3. La adquisición de equipos menores para el trabajo y el entrenamiento del personal
4. Mejora de las técnicas analíticas, a través de capacitaciones, discusiones de grupos de trabajo por técnica, establecimiento de procedimientos y participación en ensayos de aptitud
5. La ejecución del caso de estudio local o nacional con las capacidades implementadas y mejoradas; además de su difusión ante los tomadores de decisiones.
6. Un reporte regional de los casos de estudio realizados en cada país.

En cumplimiento a la mencionada estrategia, en el año 2024, se tuvo la evaluación de los resultados del ensayo de aptitud, en el que el Perú obtuvo resultados satisfactorios, los que se discutieron con un consultor del OIEA.

Los cursos de determinación de metales pesados en suelos contaminados utilizando las técnicas analíticas de espectrometría de absorción atómica (AAS) y análisis directo de mercurio (ADM), se llevaron a cabo en junio, en el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” – INVEMAR. En septiembre, se realizó el curso de espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS).

Dos profesionales del país han participado en los cursos: En el curso de AAS participó la Srta. Nancy Challapa del IPEN, en el curso de DMA participó la Sra. Adriana Larrea del Centro de Investigaciones de Contaminantes Ambientales de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Para el curso de ICP-MS, se propuso al Químico Elmer Carrasco del Instituto para la Calidad INACAL.

Asimismo, cada país inició la ejecución de los casos de estudio, siguiendo el protocolo de muestreo establecido. En Perú, iniciamos el muestreo colectando muestras en una zona agrícola de Carabayllo en el mes de junio. Sesenta y seis muestras están siendo procesadas y analizadas



utilizando las técnicas de análisis por activación neutrónica, fluorescencia de rayos X, espectrometría de absorción atómica y análisis directo de mercurio.

Se sostuvieron dos reuniones virtuales de los países participantes: la primera en abril con el consultor técnico, para presentar los resultados del ensayo de aptitud obtenidos por los países, y la otra en noviembre, con la gestora del proyecto (PMO) y el oficial técnico (TO) para informar sobre los avances realizados en el muestreo y análisis de muestras.

Las actividades realizadas han sido comunicadas a nivel nacional por los países en sus respectivos países.

El proyecto RLA5089 es liderado por el Perú a través de la coordinadora designada oficialmente para participar en la ejecución del proyecto (DTM - Designated Team Member). El rol es llevar a cabo la implementación de las actividades planificadas, brindar asistencia técnica y recopilar la información para la ejecución satisfactoria del proyecto.

En cumplimiento del rol como DTM del proyecto, se ha coordinado las actividades correspondientes al año 2024. Respecto al ensayo de aptitud, se ha coordinado con el organizador, la participación de los laboratorios de ALC involucrados en el proyecto. El país, ha participado analizando las muestras enviadas, para evaluar el desempeño del Laboratorio de Técnicas Analíticas, TEAN, en el análisis de metales pesados en suelos contaminados; para lo cual se recibió una muestra fortificada y de concentraciones altas.

El Perú planificó un muestreo en una zona minera de la ciudad de Cajamarca, cuyas muestras fueron colectadas en enero de 2025.

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

*Coordinadores del Proyecto: José Paez Apolinario, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN); y Brisaida Flores Barrenechea, Centro de Producción de Radiofármacos de EsSalud*

En el año 2024, el último año del Proyecto RLA6085, se ha impulsado la autosuficiencia de nuestro país en la producción de radiofármacos, permitiendo reducir los costos de importación y mejorar la capacidad de diagnóstico oportuno de enfermedades oncológicas. Además, se proyecta implementar nuevos radiofármacos específicos, como el 18F-PSMA para cáncer de próstata y el 18F-NaF para cáncer óseo, que ya han mostrado resultados prometedores en Latinoamérica. Con los conocimientos adquiridos sobre la factibilidad técnica del equipo del Centro de Producción de Radiofármacos, se ha logrado planificar la producción de nuevos radiofármacos PET, como el 18F-NaF para evaluar metástasis óseas y el 18F-PSMA-1007 para estadificación del cáncer de próstata. Adicionalmente, se han iniciado los trámites para incluir estos radiofármacos en el petitorio institucional (Essalud), facilitando su producción. En la parte privada, las clínicas de nuestro país están realizando evaluaciones de metástasis óseas con el fluorado 18F-NaF y detección temprana del cáncer de próstata usando el fluorado 18F-PSMA-1007 a los pacientes oncológicos.



Nuestro país participó en todas las actividades del proyecto programadas para el 2024. Se realizaron publicaciones en redes sociales, conferencias, entrevistas y presentaciones en congresos médicos nacionales, elevando la visibilidad del proyecto y sus beneficios para el sector salud.

La difusión del proyecto se extendió mediante actividades docentes en la Universidad Peruana Cayetano Heredia y seminarios científicos sobre Medicina Nuclear y Producción de Radiofármacos. Además, se lanzó el Curso de Radiofarmacia para estudiantes de pregrado de la Facultad de Farmacia y Bioquímica en la Universidad Científica del Sur. Se participó en el curso de actualización del Congreso Sudamericano organizado por la Sociedad Peruana de Farmacia Hospitalaria en la Universidad Nacional San Agustín de la Región Arequipa. También se realizó difusión en el seminario organizado por el Instituto Peruano de Energía Nuclear como parte del proyecto TC PER6022: Incremento de la Producción de Radiofármacos para atender la demanda del sector salud en el país. Se realizó difusión en el curso de actualización de Farmacia Hospitalaria, organizado por el Hospital Nacional Alberto Sabogal - EsSalud. Mediante una misión de experto se realizó un ciclo de conferencias de Radiofarmacia en la Clínica Ricardo Palma donde fue invitado el experto Dr. Eduardo Savio con la asistencia de 70 participantes. El intercambio de prácticas exitosas ha permitido estandarizar procedimientos, mejorar la eficiencia y minimizar errores en la producción y control de calidad, facilitando la colaboración regional y el desarrollo de estándares comunes. Se han iniciado las primeras pruebas de producción de lotes piloto de  $^{18}\text{F-NaF}$ , afianzando el cumplimiento de Buenas Prácticas de Manufactura para garantizar seguridad y eficacia en los radiofármacos. Además, los conocimientos adquiridos se han aplicado en el mantenimiento del equipo y el control de calidad, impactando positivamente en la capacidad de respuesta del sector salud nacional. El impacto sobre la comunicación en las redes sociales ha generado una Red de asistencia técnica entre los profesionales que participaron en los distintos eventos del proyecto RLA6085. Hemos participado en todas las actividades programadas por el Proyecto RLA6085, con ello se ha mejorado nuestros procedimientos y técnicas analíticas en cuanto a operación, producción, mantenimiento y control de calidad de los radiofármacos PET. A nivel regional se participó en un Taller con productores y reguladores sanitarios de la región para escuchar ambos enfoques, primera vez en su género, donde participaron productores y reguladores sanitarios de radiofármacos, fue un éxito, no solamente por la calidad de los profesionales que asistieron, sino porque se conoció la realidad de los sistemas regulatorios sanitarios de los países de la región, unos más y otros menos han avanzado en el mundo de los radiofármacos, por lo que hay la necesidad de armonizar la Radiofarmacia entre los reguladores y productores de radiofármacos de la región, mediante una normativa específica, esa fue una de las conclusiones del taller. También se consideró dar continuidad al desarrollo de la Radiofarmacia Regional mediante actividades de seguimiento lideradas por el OIEA en un siguiente taller, un comentario final es que hay mucho por hacer en la Radiofarmacia de nuestros países y no estamos aprovechando al máximo la capacidad de producción de los radiofármacos, ya sea por vacíos legales o porque nuestras normativas no son específicas para radiofármacos, limitando así su acceso y uso por los pacientes oncológicos. Este año, ocho personas fueron capacitadas en la producción de Flúor-18, incluyendo a cuatro químicos farmacéuticos en producción y control de calidad, quienes lograron implementar con éxito el piloto de producción de  $^{18}\text{F-NaF}$  y su análisis mediante técnicas farmacopeas, con resultados óptimos para su producción. Además, se ha proyectado la implementación de equipos e insumos para desarrollar un piloto de  $^{18}\text{F-PSMA}$ .



Asimismo, con las misiones de expertos que tuvo nuestro país se ha entrenado en la operación y mantenimiento del Ciclotrón, como también en la producción de Flúor-18 con ciclotrones a los químicos farmacéuticos, asimismo a los físicos médicos dedicados a supervisar las buenas prácticas en la protección radiológica, esto ha mejorado el aseguramiento de la calidad de nuestro Centro de producción de radiofármacos y los Centros-PET que tiene nuestro país. Se ha optimizado el cumplimiento de los estándares de calidad en la producción de radiofármacos y ha disminuido las tasas de rechazo por defectos de calidad. Además, se completó el trámite para incluir el 18F-NaF y el 18F-PSMA en el petitorio institucional de Essalud, facilitando así el acceso a estos radiofármacos para los pacientes oncológicos que los necesiten. Un profesional médico nuclear ha sido capacitado en aplicaciones clínicas de radiofármacos como FDG, F-PSMA y F-FAPI, mejorando la precisión diagnóstica en oncología y promoviendo tratamientos personalizados. Incremento de la conciencia nacional sobre el impacto de la tecnología PET-ciclotrón en pacientes oncológicos. La capacitación en el manejo y control de calidad de tomógrafos PET ha permitido reducir los tiempos de espera y mejorar la precisión de los diagnósticos, lo que se traduce en una mayor satisfacción de los pacientes y en una mayor eficacia de los tratamientos. En nuestro país, el impacto ha sido significativo, ya que ha fortalecido el conocimiento y el uso de la tecnología PET en el diagnóstico y tratamiento de pacientes oncológicos.

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

*Coordinadora del Proyecto: Edith Rosana Huamán Guadalupe, Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP)*

Dentro del proyecto RLA 6089 se realizó un trabajo de investigación por parte de Perú, este trabajo toma como antecedente. La doble carga de la malnutrición es un importante problema de salud pública en América Latina y el Caribe (ALC), junto con la anemia y otras deficiencias de micronutrientes (1). Datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2)(3) indican que las Américas es la región con mayor sobrepeso y obesidad del mundo, con una prevalencia en adultos de 63,4% para Sobrepeso casi 30% para obesidad; para las mujeres, las cifras son 40% (Sobrepeso) y 15% (obesidad), pero la desnutrición persiste. Otro antecedente importante es la anemia en el 19,1% de las mujeres en edad reproductiva, en la que en general, prevalecen las deficiencias de micronutrientes (4). Todas las formas de malnutrición coexisten con el aumento de las Enfermedades No Transmisibles (ENT). Objetivo Identificar el riesgo nutricional en la gestante y su impacto en el lactante mediante técnicas de composición corporal utilizando isótopos estables. Metodología. Esta investigación se realiza durante los años 2022 y 2024. El estudio se efectúa en una muestra de 30 embarazadas escogidas por muestreo aleatorio, en los 3 trimestres del embarazo y en sus lactantes en el tercer mes de vida, en las áreas seleccionadas en el Perú, respetando sus opciones y tradiciones culturales. Para solucionar la caída de muestra y garantizar el número final en el estudio, se reclutaron 50 gestantes al inicio de su embarazo. Se espera culminar el estudio con 30 binomios madre-hijo en el Peru .en el mes de julio 2025.



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

*Coordinadores del Proyecto: Representante del Instituto Regional de Enfermedades Neoplásicas (IREN) Centro; y Representante del Instituto Regional de Enfermedades Neoplásicas (IREN) Sur*

En el marco del Proyecto ARCAL RLA6090 "Refuerzo de la gestión de la radioterapia para el tratamiento del cáncer cervicouterino en América Latina y el Caribe (ARCAL CLXXXII)", el Perú ha participado activamente en diversas actividades durante el periodo 2024. Como parte de este proyecto, se concertaron dos eventos presenciales con la participación de representantes de distintos países. Los beneficiarios peruanos fueron radioncólogos y físicos médicos que laboran en centros de radioterapia estatales del Ministerio de Salud, específicamente en instituciones de la Macrorregión Centro y Macrorregión Sur. Esto permitió descentralizar y fortalecer los conocimientos en el manejo actual del cáncer de cuello uterino, con impacto directo en el Instituto Regional de Enfermedades Neoplásicas (IREN) Centro y el IREN Sur.

Durante el periodo 2024, se realizaron dos coordinaciones clave dentro del proyecto:

1.1. Regional Training Course on 2D and 3D Brachytherapy

Lugar: Río de Janeiro, Brasil

Fecha: 27 al 31 de mayo de 2024

Participantes peruanos:

Javier Luis Ballón Estacio (TN-RLA6090-2400459)

Juan Carlos Arzapalo Porras (TN-RLA6090-2400459)

1.2. Regional Training Course on Advances in Radiotherapy in Cervical Cancer

Lugar: Ciudad de Guatemala, Guatemala

Fecha: 21 al 25 de octubre de 2024

Participantes peruanos:

José Fernando Robles Díaz (TN-RLA6090-2402571)

Eduardo Jesús Ocampo Díaz (TN-RLA6090-2402571)

Si bien Perú no fue sede de ninguno de estos eventos, su participación se concretó mediante el envío de profesionales altamente calificados, quienes adquirieron conocimientos y habilidades que posteriormente fueron implementadas en sus instituciones de origen.

### **(10) 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)**

*Coordinadores del Proyecto: Angel Montes Osorio y Nilton Inga Infanzón, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)*

Las Floraciones Cianobacterianas Nocivas (CianoHABs) representan un peligro para los ecosistemas acuáticos y la salud humana, debido a la presencia de especies productoras de cianotoxinas. Dado que estos fenómenos se encuentran en aumento por el cambio climático y la contaminación antropogénica de cuerpos de agua, es necesario implementar métodos analíticos



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

confiables para la detección y cuantificación de cianobacterias, toxinas y compuestos químicos que favorecen su incremento, para lo cual, el uso de técnicas multidisciplinarias representa significativamente una ventaja de mitigación de sus efectos en la salud humana.

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)” fue aprobado por el Organismo Internacional de Energía Atómica el 01/01/2022 y posteriormente el Perú se adhirió con fecha del 19/12/2022.

Este proyecto tiene como objetivo fortalecer las capacidades científicas de equipos multidisciplinarios evaluando la calidad del agua y estado trófico en sitios de interés con enfoque en floraciones algales nocivas y cianobacterias tóxicas de América Latina y el Caribe. En este sentido, se llevó a cabo una reunión virtual en la que participó el equipo técnico de Perú, conformado por la Autoridad Autónoma de Majes (AUTODEMA) y el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN), juntamente con el Coordinador Líder del Proyecto (DTM) y Oficial de Administración de Programa (PMO); en esta reunión se estableció que la zona de estudio será el reservorio El Paño (situado en la Región de Arequipa al sur del Perú, y administrado por AUTODEMA), así mismo, se informa sobre las capacidades técnicas de los laboratorios para el desarrollo del proyecto.

El equipo técnico de Perú conformado por las instituciones IPEN y AUTODEMA, plantearon el objetivo de establecer programas de monitoreo, los cuales iniciarían en febrero del 2023, sin embargo; debido a los conflictos sociales y políticos que se suscitaron en el país, se planteó como fecha de inicio en agosto del 2023. Estas actividades de muestreo, fueron modificadas el 20/07/2023 a través del Laboratorio de Vigilancia de la calidad del agua (LVCA) de AUTODEMA, mediante un correo en la cual mencionan el cese de su participación en el proyecto RLA7026. Bajo esta situación, y en colaboración con investigadores del área de Limnología del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, se propuso como caso de estudio el área de Conservación Regional Albuferas de Medio Mundo, debido a los antecedentes históricos de identificación de cianobacterias y a los indicios de floraciones algales (coloración, olores típicos y muerte de peces). En este sentido, se desarrollaron actividades de monitoreo y para lo cual se desarrolló un plan de trabajo de campo para evaluar la composición isotópica del agua, parámetros fisicoquímicos como temperatura, pH, salinidad, conductividad, oxígeno disuelto, N y P; así como la identificación y caracterización genética de cianobacterias con potencial toxigénico mediante la aplicación de técnicas de biología molecular basada en ADN y ARN.



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

**Tabla 1. Equipo técnico del proyecto RLA7026**

<b>Nombre</b>	<b>Institución</b>	<b>Actividad</b>	<b>Cargo en el proyecto</b>	<b>Cargo institucional</b>
<b>Angel Jesús Montes Osorio</b>	Instituto Peruano de Energía Nuclear	Identificación de cianobacterias mediante técnicas moleculares basadas en ADN	Contraparte principal	Especialista Investigación Nuclear
<b>Nilton Inga</b>	Instituto Peruano de Energía Nuclear	Muestreo y análisis de isótopos estables	Especialista	Especialista Técnico Nuclear
<b>Maura Alejandra Charca Huaricallo</b>	Instituto Peruano de Energía Nuclear	Medición de parámetros fisicoquímicos y muestreo para análisis de isótopos estables	Especialista	Especialista Técnico Nuclear
<b>Mónica Vivanco</b>	Instituto Peruano de Energía Nuclear	Determinación de cianotoxinas por inmunofluorescencia	Especialista	Especialista Técnico Nuclear
<b>Anais Adauto Ureta</b>	Instituto Peruano de Energía Nuclear	Cuantificación de clorofila-a, N y P, índice de estado trófico	Especialista	Especialista Investigación Nuclear

Imagen: Equipo Técnico del RLA7026



**1.2 Reuniones de coordinación, talleres, y grupos de trabajo**

"Curso regional de capacitación sobre el muestreo de isótopos de nitrato y Rn-222 en agua dulce para determinar fuentes de contaminación", Becario (a): Maura Charca Huaricallo , N° evento: evt2303320, "San Salvador - El Salvador" desde el 22/01/2024 hasta el 26/01/2024, El objetivo del evento fue capacitar sobre el muestreo de isótopos estables de agua dulce y el uso del detector de radón en el campo.



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

"Curso regional de capacitación sobre extracción de ácidos nucleicos (ADN y ARN) e identificación de cianobacterias mediante PCR", Becario (a): Angel Jesús Montes Osorio, evt2306044, "Obregón México" desde el 11/03/2024 hasta el 15/03/2024, El objetivo del evento fue entrenar a los participantes en la extracción e identificación de ácidos nucleicos (ADN y ARN) de cianobacterias mediante PCR.

"Curso regional de capacitación sobre el análisis fisicoquímico de aguas para determinar el índice de estado trófico y las microcistinas", Becario (a): Anais elena Aduato Ureta, evt2204718, "Santa Marta - Colombia" desde el 8/04/2024 hasta el 12/04/2024, El objetivo del evento fue entrenar a los participantes en muestreo y análisis físico químico de aguas lénticas y lólicas, siguiendo un manual armonizado en la región de ALC sobre el reporte del índice de estado trófico y concentración de microcistinas en aguas

"Curso regional de capacitación sobre el análisis fisicoquímico de aguas para determinar el índice de estado trófico y las microcistinas", Becario (a): Vilma Mónica Vivanco Montoya, evt2204718, "Santa Marta - Colombia" desde el 15/04/2024 hasta el 19/04/2024, El objetivo del evento fue entrenar a los participantes en muestreo y análisis físico químico de aguas lénticas y lólicas, siguiendo un manual armonizado en la región de ALC sobre el reporte del índice de estado trófico y concentración de microcistinas en aguas.

"Misión de experto para apoyar los procedimientos de biología molecular para la separación de ADN para identificar especies de fitoplancton", Sergio de los santos Villalobos, evt2402983, "Lima – Perú" desde el 8/08/2024 al 9/08/2024, El objetivo de la misión fue verificar la infraestructura y equipamiento del Laboratorio de Biología Molecular, y asesorar en la implementación de ensayos moleculares de PCR en tiempo real para la identificación y/o cuantificación de cianobacterias con potencial toxigénico.



Imagen 2. (A) Visita de experto al laboratorio de biología molecular del IPEN-PERU, (B) Tesistas del laboratorio de biología molecular del IPEN-PERU,



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



Imagen 3. Trabajo de muestreo en Humedal Albuferas de Medio Mundo, Huaura- Lima-Perú. (A) Toma de muestra de agua para análisis molecular de cianobacterias. (B) Medición de parámetros fisicoquímicos in situ. (C) Medición de transparencia usando disco Secchi

Dentro de los aportes realizados por el Perú al proyecto RLA7026, se puede mencionar la compra de insumos de laboratorio con presupuesto del Instituto Peruano de Energía Nuclear para el componente de identificación de cianobacterias por técnicas de ADN y aislamiento y cultivo de cepas de cianobacterias con potencial toxigénico.

Determinación de concentración de Clorofila a mediante el método Lorenzen

N°		CODIGO DE LABIPEN	CELD A (cm)	Volumen de muestra filtrada	Volumen de acetona (mL)	Volumen de extracto (mL)	MÉTODO LORENZEN				Clorofila a (ug/L)
							SIN ÁCIDO		CON ÁCIDO		
				750 nm	664 nm	750 nm	665 nm				
1	BK-1	1	1	10	8.5	0.008	0.009	0.007	0.008	0.000	
2	BK-2	1	0.5	10	8.4	0.003	0.004	0.005	0.002	0.000	
3	WAMM_01	1	0.5	10	8.2	0.000	0.034	0.000	0.020	6.130	
4	WAMM_01 dup	1	0.3	10	9.1	0.001	0.017	0.000	0.008	6.236	
5	WAMM_02	1	0.3	10	8.4	0.001	0.035	0.000	0.021	9.719	
6	WAMM_02 dup	1	0.3	10	8.4	0.000	0.029	0.000	0.016	9.719	
7	WAMM_03	1	0.3	10	8.5	0.000	0.024	0.001	0.013	9.078	
8											
9											
10											
11											
12											
13											
Condiciones ambientales del área de trabajo:			% Hr:		Control de calidad:	Dup 1 (cod):	WAMM_02 dup				
			T (°C):	25		DPR 1 (%):	0	c-cumple criterio de cc2		Si	
Analista:		AAU	Fecha de análisis:	07/01/2025	Equipo usado:		Fecha de monitoreo:				
Observaciones: (Realizar duplicado cada 10 muestras)		WAMM_01: Punto de muestreo a 30 m de la zona de descarga del humedal				Fecha de reporte:	08-ene	Revisión:			
		WAMM_02: Punto de muestreo									

% Recuperación de duplicados		
muestra 1 (ug/L)	dup (ug/L)	DPR
9.719	9.719	0



### **(11) RLA0073 Fortalecimiento de la igualdad de género en las instituciones nucleares nacionales (ARCAL CXCVI)**

*Coordinadoras del Proyecto: Presidenta WIN PERU; y Lourdes Zegarra Mayo, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)*

Las actividades desarrolladas por el Perú en el marco del proyecto RLA0073 "Fortalecimiento de la igualdad de género en las Instituciones Nucleares Nacionales (ARCAL CXCVI)" se alinean con las iniciativas de WiN Perú, con el objetivo de impulsar avances significativos para las mujeres en el ámbito nuclear en el país.

En el marco de este proyecto, WiN Perú ha llevado a cabo diversas acciones para fortalecer la participación de mujeres en el sector nuclear. Entre las principales actividades realizadas destacan:

- Integración formal de WiN Perú en el sitio web de WiN Global
- Desarrollo de formularios automatizados para la actualización de datos de sus integrantes y la captación de nuevos miembros.
- Establecimiento de líneas de acción alineadas con las directrices de WiN Global
- Reuniones de coordinación con contrapartes ARCAL y otros países de la región para fortalecer la cooperación en esta iniciativa.

### **(12) RLA1023 Fortalecimiento de la capacidad técnica para utilizar la tecnología de la radiación en el tratamiento de aguas residuales (ARCAL CXCI)**

*Coordinadores del Proyecto: Representante de SEDAPAL; y Mónica Vivanco Montoya, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)*

En la mayoría de los países de América Latina y el Caribe (ALC), los ríos hoy en día están muy contaminados y el estrés hídrico ha fomentado una serie de conflictos, con diversos sectores - agricultura, hidroelectricidad, minería y saneamiento - compitiendo por recursos escasos. La mayoría de los países de la región no han asignado recursos suficientes para una gestión adecuada del agua en caso de contaminación o sobreexplotación. Dada la creciente inestabilidad climática, una regulación y un monitoreo bien alineados son esenciales para prevenir su sobreexplotación y contaminación. La inversión y la mejora del tratamiento de aguas residuales no ha seguido el ritmo de la tasa de crecimiento de la población y la creciente necesidad de gestión de los recursos hídricos. La mayoría de los países de la región luchan por establecer condiciones adecuadas para el desarrollo de sus recursos humanos y tecnológicos de acuerdo con las regulaciones actuales de tratamiento de aguas residuales, a fin de reducir el impacto ambiental y de salud debido a los contaminantes orgánicos emergentes.

Bajo este contexto, se desarrolla el proyecto RLA1023 "Fortalecimiento de la capacidad técnica para utilizar la tecnología de la radiación en el tratamiento de aguas residuales (ARCAL CXCI)", el cual busca profundizar el conocimiento de la tecnología de radiación y su integración en la gestión de aguas residuales, destacando las ventajas sobre las técnicas convencionales para eliminar los contaminantes remanentes en las aguas residuales.



Durante el año 2024, el Perú participó en las siguientes actividades:

- Primera Reunión de coordinación del proyecto RLA1023 "Fortalecimiento de la capacidad técnica para utilizar tecnología de la radiación en el tratamiento de aguas residuales (ARCAL CXCI)". Organizada por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), a través del Departamento de Cooperación Técnica y la Sección de Radioquímica y Tecnología de la Radiación del Departamento de Ciencias y Aplicaciones Nucleares (NA).
  - Participante: contraparte Sr. Johnny Humberto Vargas Rodriguez (IPEN)
  - Lugar: Viena, Austria, del 25 al 28 de marzo del 2024.
  - Objetivo del evento El principal objetivo del proyecto es fortalecer las capacidades técnicas en la región, brindando capacitación especializada y orientación sobre la evaluación de costo-efectividad de tratamientos innovadores a través de estudios de casos específicos (showcases), que serán presentados a los principales tomadores de decisiones y actores clave de 3 los países, sobre las ventajas y beneficios de las tecnologías de radiación
  
- Primer Encuentro Virtual de Comunicadores
  - Virtual, del 04 al 06 de setiembre del 2024
  - Participantes: Cristina Morita, Gabi Alfaro, Maria Luz Santiago, y Mónica Vivanco (IPEN)
  - Objetivo del evento: el objetivo principal de este evento virtual con los comunicadores/as del proyecto es delinear una hoja de ruta consensuada y un plan de trabajo de los productos comunicacionales que permitan la difusión y promoción del proyecto a nivel nacional y regional.

### **(13) RLA5090 Mejorar la productividad agrícola mediante mejores prácticas agrícolas y una mayor variedad (ARCAL CXCI)**

*Coordinadores del Proyecto: Sady García Bendezú y Elizabeth Heros Aguilar, Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)*

El presente informe resume las actividades realizadas durante el año 2024 en el proyecto RLA5090.

El suscrito participó de la primera reunión de coordinación del proyecto **RLA5090** realizado en Ciudad del Este, Paraguay, del 29 de abril al 03 de mayo del 2024. Esta primera reunión contó con representantes de 13 países: Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, Ecuador, México, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana y Venezuela.

En esta primera reunión se explicitó claramente que el proyecto RLA5090 no es de investigación sino de desarrollo y aplicación. No se espera investigar en estrategias de optimización a ser evaluadas sino de aplicar estrategias y aprobadas y desarrolladas a través de los proyectos previos (como RLA 5068 y RLA 5078). La estrategia de aproximación a las comunidades de trabajo será



la instalación de parcelas demostrativas en las que los mejores resultados de investigaciones previas serán demostrados. Es posible realizar algunos ensayos experimentales, pero el énfasis se dará a las parcelas demostrativas.

En la reunión se definieron los sitios de trabajo y los cultivos estratégicos a trabajar en cada país. Se formaron grupos de trabajo de acuerdo a los cultivos. En el caso del Perú, los cultivos priorizados serán la papa y la caña de azúcar.

En esta reunión se acordó asimismo la organización de un curso de capacitación regional a nivel básico en herramientas de agricultura climáticamente inteligente a ser dictado durante el 2025. Este curso será de utilidad para definir las estrategias a ser empleadas para la optimización de la producción en los sistemas agrícolas de los cultivos elegidos.

#### **(14) RLA5091 Fortalecimiento de los programas de monitoreo de residuos de plaguicidas y micotoxinas en alimentos mediante el establecimiento de un programa de pruebas de competencia en laboratorios oficiales (ARCAL CXCIV)**

*Coordinadoras del Proyecto: Ana Ramos Moreno, Miriam Tames Aponte y Carmen Verónica Chávez Felix, Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)*

El proyecto tiene por objetivo promover el acceso a alimentos inocuos de alta calidad y fomentar el comercio internacional, se plantea mejorar las capacidades de control analítico de los laboratorios oficiales de la región, para fortalecer los programas nacionales de monitoreo de residuos de plaguicidas y micotoxinas en alimentos en cada uno de los países miembro. Esto implica realizar esfuerzos conjuntos para establecer una competencia significativa en términos de capacidad analítica, de manera que la región cuente con un programa de ensayos de aptitud disponible, acorde con su alcance, tiempos y presupuesto, de manera que Latinoamérica y el Caribe logren una independencia tecnológica en este aspecto. Para abordar estos desafíos, el proyecto RLA5091 tiene varios componentes clave:

- La formación en técnicas de espectrometría de masas por dilución isotópica.
- La realización de pruebas de aptitud a nivel regional con material producido en la región de América Latina y el Caribe.
- El fortalecimiento de los sistemas de gestión de la calidad. ISO/IEC 17025, 17034 y 17043.
- Las actividades de cooperación e intercambio sur-sur a través de una red de laboratorios analíticos en el marco de la Red Regional de Laboratorios Analíticos (RALACA).



**(15) RLA5092 Mejora de la capacidad regional para la adopción de la técnica de los insectos estériles (TIE) como componente del programa de control de mosquitos (ARCAL CLXXXVII)**

*Coordinadores del Proyecto: Edwin Requena Zúñiga y Jesús Pinto Caballero, Instituto Nacional de Salud (INS)*

En el presente año, el Instituto Nacional de Salud de Perú viene participando en el proyecto RLA5092 “Mejora de la capacidad regional para la adopción de la Técnica del Insecto Estéril (TIE) como componente de los programas de control de mosquitos (ARCAL CLXXXVII)”. Este estudio tiene dos componentes principales: a) la cría en masa de mosquitos y esterilización mediante irradiaciones y b) el trabajo comunitario para lograr la participación y compromiso de la comunidad y del gobierno local en la actividad de liberación de mosquitos.

En el marco de este proyecto se llevaron a cabo algunas actividades para fortalecer la capacidad técnica y operativas del país en la implementación de la TIE como herramienta de control de *Aedes aegypti* en el Perú.

Del 05 al 07 de marzo se participó en el Taller Regional Virtual sobre Estrategias de Comunicación para Apoyar la Evaluación de la Técnica del Insecto Estéril como Componente del Control de Mosquitos a Nivel Regional. Dos representantes del INS (Área de Vectores y oficina de comunicaciones), participaron en este taller.

Del 24 al 28 de junio del 2024, se participó en el curso regional de capacitación “Diseño de Ensayos de Supresión de Poblaciones de *Aedes* para la Validación de Técnicas de Insectos Estériles”, llevado a cabo en el Instituto de Higiene, Montevideo, Uruguay, y auspiciado por el Organismo Internacional de Energía Atómica. Dos representantes del equipo técnico del Área de Vectores del INS participaron en este evento.

Se llevaron a cabo reuniones de coordinación con el Instituto Peruano de Energía Nuclear sobre los avances en el proceso de Irradiación, así también se tuvo asistencia técnica por parte del Organismo Internacional de Energía Atómica (Maylen Gómez Pacheco), para elaborar un plan de trabajo sobre el establecimiento de la línea base para una futura liberación de mosquitos irradiados en el distrito de Ventanilla (sector Ventanilla este) así como también para los estudios de MRR.

A lo largo del periodo, con la participación del equipo técnico del Área de Vectores, se tiene en proceso de aprobación por el comité de investigaciones del INS el protocolo de estudio “Aplicación de la técnica del insecto estéril (TIE) para el control de *Aedes aegypti* vector transmisor del dengue, chikungunya y zika, en una zona endémica”, como parte del reglamento interno del INS y contar con las autorizaciones formales de las autoridades peruanas.



**(16) RLA6092 Fortalecimiento del uso de técnicas avanzadas y esquemas de hipofraccionamiento de radioterapia en los países de la región (ARCAL CLXXXVIII)**

*Coordinadoras del Proyecto: Paola Fuentes Rivera Carmelo y Adela Heredia Zelaya, Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN)*

En América Latina y el Caribe, el cáncer constituye un grave problema de salud debido a las altas tasas de incidencia y morbilidad y mortalidad que se presentan. Este panorama epidemiológico representa el mayor obstáculo a superar, afectando todas las edades y constituyendo una de las principales causas de pérdida de vida.

En el proyecto ARCAL RLA 6092, Perú lidera como coordinador principal del proyecto, teniendo como objetivo fortalecer el uso de técnicas avanzadas y esquemas de Hipofraccionamiento en radioterapia en los países de América Latina y el Caribe. El proyecto busca mejorar la calidad y eficiencia de los tratamientos de radioterapia, reduciendo los tiempos de tratamiento y optimizando el uso de los recursos disponibles. El uso de técnicas modernas de radioterapia impactará también en el control local y la supervivencia de los pacientes.

Existe un alto grado de heterogeneidad en los países de la región en cuanto al acceso a centros o servicios de radioterapia y a las técnicas modernas, mientras que los requerimientos en términos de asegurar tratamientos eficientes, seguros y de calidad son los mismos, independientemente del país, considerando que los beneficios de la radioterapia dependen de la calidad del servicio prestado.

Objetivo Principal Mejorar el acceso a los servicios de radioterapia de los pacientes oncológicos, para favorecer la adherencia a los tratamientos mediante el uso de esquemas de hipofraccionamiento y técnicas avanzadas de planificación.

Objetivos Secundarios 1. Diagnosticar las deficiencias y fortalezas actuales en los servicios de radioterapia que limitan la implementación de esquemas hipofraccionados en la región. 2. Ampliar el acceso al hipofraccionamiento y técnicas avanzadas de radioterapia en la planificación de pacientes con cáncer para fortalecer el acceso a los servicios de radioterapia en Latinoamérica y el Caribe. 3. Capacitar en técnicas, conceptos radiobiológicos, indicaciones, simulación, delimitación de volúmenes de tratamiento, dosimetría y control de calidad para la elaboración de protocolos seguros y adecuados de técnicas de radioterapia hipofraccionada. 4. Identificar y capacitar a los gestores y tomadores de decisión involucrados en la implementación y sostenibilidad de las técnicas de radioterapia hipofraccionada en la región. 5. Evaluar la implementación de las técnicas de hipofraccionamiento teniendo como medidas: los protocolos creados, número de pacientes tratados, implementación de técnicas y actividades académicas desarrolladas y presentarlo por medio de un informe anual. 6. Promover la difusión de resultados nacionales en forma de presentación en congresos, talleres, artículos científicos y publicaciones.

Países adheridos al proyecto: Argentina, Bolivia, Chile, Costa Rica, Colombia, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela.



El Proyecto tendrá una duración de tres años, del 2024 al 2026. Se tienen programado diversos cursos, talleres, misiones de expertos y los resultados que se esperan obtener son: Diagnóstico de deficiencias y fortalezas actuales en los servicios de radioterapia, Implementación de protocolos de hipofraccionamiento y técnicas avanzadas, Capacitación de recursos humanos de radioterapia en hipofraccionamiento y técnicas avanzadas y Sensibilización de gestores y tomadores de decisiones.

### **(17) RLA6093 Fortalecimiento de capacidades regionales sobre el uso de técnicas de medicina nuclear en un enfoque multimodal de cardioncología en pacientes con cáncer (ARCAL CXCIII)**

*Coordinadores del Proyecto: Aurelio Mendoza Paulini, Instituto Nacional Cardiovascular (INCOR) y Julio Mamani Tito, Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins (HNERM)*

A nivel local, el registro de cáncer de Lima Metropolitana 2010-2012, elaborado por el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN), muestra que esta enfermedad varía de una región a otra en el mismo país. En Lima en el periodo 2010-2012 se registraron 64,243 casos nuevos de cáncer (45,9% y 54% en varones y mujeres respectivamente). Los tumores más frecuentes en la mujer fueron: cáncer de mama (6,030 casos), cáncer de cérvix (3163 nuevos casos) y estómago (2150 nuevos casos) mientras que los tumores más frecuentes en el varón fueron: cáncer de próstata (5935 nuevos casos), cáncer de estómago (2671 nuevos casos) y cáncer de pulmón (1658 nuevos casos). El cáncer con mayor mortalidad es el de estómago en ambos sexos.

En el 2012 se creó en el Perú el “Plan Esperanza”, orientado a cubrir la atención de las poblaciones en condición de pobreza y pobreza extrema afiliados al seguro integral de Salud (SIS). Este sistema cubre siete tipos de cáncer (cervix, mama, estómago, colon, próstata, linfomas y leucemias). El cáncer es una de las enfermedades más costosas que demanda uso de grandes recursos materiales y humanos de allí la necesidad del diagnóstico precoz de la enfermedad y sus complicaciones, entre las que se encuentran los problemas cardiovasculares.

Con la finalidad de difundir este proyecto se organizó el primer curso regional que contó con la participación de dos colegas, la Dra Aida Rotta cardióloga con un diplomado de Cardioncología que solo lo dicta en la Universidad Peruana Cayetano Heredia y el doctor Rubén Dario Fernández, médico nuclear del Hospital Lorena en Cuzco. De esta manera descentralizamos la información que debe llegar a otras regiones del Perú, pero a la vez utilizamos las fortalezas del recurso humano ya encaminado. Ambos doctores han realizado la réplica en sus centros laborales invitando principalmente a los oncólogos de sus centros laborales con la finalidad de cumplir con el objetivo del proyecto.

Por otro lado como País nos comprometimos a coordinar la difusión de temas relacionados al proyecto como el tema que desarrolló el doctor Claudio Tinoco de Brasil titulado: Navegando por las redes sociales, mejorando la concientización sobre cardioncología en el proyecto ARCAL.



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

**Navegando por las redes sociales:**  
Mejorando la concientización sobre  
cardioncología en proyectos Arcal.

09/08/2024  
Viernes 08:00 pm

**EXPOSITOR**  
**Dr. Claudio Tinoco Mesquita**  
Profesor asociado de radiología de la  
Universidad Federal Fluminense - Brasil

**MODERADOR**  
**Dr. Aurelio Mendoza Paulini**  
Perú

Logo: Instituto Nacional Cardiovascular, IAEA, IPEN

Instituto Nacional  
Cardiovascular

**VENTRICULOGRAFÍA AL EQUILIBRIO  
CON ERITROCITOS MARCADOS**

**UN REAPOSO DE LA TÉCNICA Y SU  
RELEVANCIA ACTUAL EN  
CARDIONCOLOGÍA**

01 DE NOVIEMBRE  
8 PM

**EXPOSITOR**  
**DR. JOSÉ HERRERA CASTILLO**  
MEDICO NUCLEAR  
Jefe del Servicio de Cardiología y Ecocardiografía  
Hospital Pedro Pablo Kuczynski

**MODERADOR**  
**DR. JULIO MAMANI**

Centro Nacional  
de Diagnóstico  
IAEA  
IPEN

**LA ECOCARDIOGRAFÍA  
EN PACIENTES ONCOLÓGICOS:  
UNA VISIÓN HOLÍSTICA**

11 DE OCTUBRE  
8 PM

**EXPOSITOR**  
**DR. AURELIO MENDOZA PAULINI**  
• Médico Cardiólogo del Instituto Nacional  
Cardiovascular - INCOR  
• Máster en Ingeniería Cardiovascular por la  
Universidad Complutense de Madrid.

**MODERADOR(A)**  
**DRA. AIDA ROTTA ROTTA**

El segundo tema trató sobre la ecocardiografía en pacientes oncológicos (una visión holística) desarrollado por el doctor Aurelio Mendoza Paulini y moderada por la doctora Aida Rotta ambos de Perú. Luego tuvimos la participación del doctor José Herrera Castillo quien desarrolló el tema Ventriculografía al equilibrio con eritrocitos marcados. Un repaso de la técnica y su relevancia actual en cardioncología, con la moderación del doctor Julio Mamani Tito de Perú.





**(18) RLA7028 Fortalecimiento de las capacidades regionales sobre la aplicación de técnicas nucleares e isotópicas para aumentar el conocimiento sobre los factores estresantes que afectan la gestión sostenible marina y costera (ARCAL CLXXXIX)**

*Coordinadores del Proyecto: Michelle Graco, Instituto del Mar del Perú (IMARPE); y Juan Agapito Panta, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)*

El proyecto regional RLA7028 tiene por objetivo contribuir a la gestión, conservación y uso sostenible de los recursos marinos en la región de América Latina y el Caribe, enfocado en entornos marinos, terrestres y costeros. Uno de los principales productos se asocia con el reporte de indicadores del ODS 14 - Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible. A nivel de Perú tenemos como contraparte a IMARPE y como institución alterna al IPEN. También participan otras instituciones como la Universidad Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque- Perú además de instituciones como el INEI, DHN.

Este proyecto es coordinado regionalmente por la Biol. Luisa Fernanda Espinoza Diaz del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR). El proyecto dio inicio en el año 2024 y la fecha estimada de finalización es el 31 de diciembre de 2027.

Los proyectos regionales ARCAL y la Agenda ARCAL 2030 para América Latina y el Caribe, vienen trabajando en los últimos años en la zona marino-costera identificando problemas ambientales urgentes y prioridades para la conservación y el uso sostenible de los océanos, mares y recursos marinos. En este contexto, a través del proyecto RLA7028, se busca seguir fortaleciendo las capacidades para abordar diferentes factores de estrés prioritarios en la región, como son: (i) la acidificación del océano; (ii) las floraciones algales nocivas (FAN); y (iii) la contaminación marina y la eutrofización.

Los objetivos prioritarios son establecer metodologías estandarizadas y fortalecer las capacidades de los laboratorios buscando generar una línea básica para todos, y al mismo tiempo promover laboratorios marinos de referencia con experiencia líder y capacidad analítica para apoyar a otros laboratorios en América Latina y el Caribe (ALC). Por su parte, en el caso de microplásticos, el proyecto busca, en la línea de la iniciativa del OIEA “Tecnología Nuclear para Controlar la Contaminación por Plásticos” (NUTEC Plastics), capacitar para implementar programas de monitoreo de microplásticos. Además, el proyecto RLA7028 busca implementar una nueva área de trabajo relacionada con la evaluación de inventarios de carbono y la captura en ecosistemas de carbono azul (CA) utilizando técnicas nucleares e isotópicas.

El equipo nacional se conforma con profesionales de instituciones líderes en estos estudios en el Perú, como son IMARPE e IPEN, y la Universidad Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque. Cada línea de investigación cuenta con una contraparte y equipo de apoyo a fin de responder a los compromisos. IMARPE apoya en el proyecto a través de laboratorios especializados, como son los Laboratorios de Hidroquímica Marina y Geología del Área Funcional de Investigaciones en Oceanografía Química y Geología, El laboratorio de Fitoplancton y Producción Primaria, del Área Funcional de Investigaciones en Oceanografía Biológica, todos de la Dirección de Investigaciones Oceanográficas y Cambio Climático (DGIOCC), a lo cual se suma la



participación del Área de Percepción Remota y el Área de Invertebrados Marinos, como también laboratorios costeros principalmente en Lambayeque. La Universidad Pedro Ruiz Gallo con un fuerte componente social asociado al impacto de aspectos como la acidificación, recursos de la zona y tomadores de decisiones. Además, el proyecto apoya la labor de la Red de Investigación de Factores de Estrés Marino-Costeros en América Latina y el Caribe (REMARCO), permitiendo un mejor vínculo entre la información científica y sus usuarios y tomadores de decisión.

Durante el año 2024 se realizaron las siguientes actividades en las que participó el Perú:

- Entre el 4 y el 8 de marzo de 2024, se llevó a cabo la primera reunión de coordinación del proyecto en la ciudad de Santa Marta, Colombia, en las instalaciones de INVEMAR. A esta reunión asistió, por parte del Perú, la contraparte del proyecto y la representante del componente microplásticos del comité ejecutivo. Se participó en la revisión del proyecto, presupuesto y actividades. En la Asamblea General de REMARCO se seleccionó a los miembros del Comité Ejecutivo y se aprobaron algunos capítulos del reglamento de la red.
- El Perú participó en videos sobre las actividades de REMARCO: uno general y específicos para el componente de acidificación oceánica y microplásticos. Estos videos fueron presentados en la 16ª Conferencia de las Partes sobre Biodiversidad (COP16), celebrada en Cali, Colombia, entre el 21 de octubre y el 1 de noviembre.
- El Perú, a través del punto focal de comunicación del proyecto, participó del 26 al 30 de agosto de 2024, en el “Encuentro para el desarrollo de una estrategia de comunicación para fortalecer la participación de los actores del medio marino en América Latina y el Caribe”. El evento se realizó en el Centro de Estudios Nucleares (CEN) La Reina, de la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN), ubicado en Santiago, Chile. Esta reunión permitió al Perú discutir y diseñar, junto a los otros puntos focales, la estrategia de comunicación del proyecto RLA7028, que promueve el uso de los datos científicos generados por REMARCO en la toma de decisiones de los ministerios relacionados con la gestión sostenible de las zonas costeras y marinas. Como resultado, se diseñaron y aprobaron la estrategia de comunicación del proyecto y su correspondiente plan de acción.
- En el componente Carbono Azul, el Perú participó en la reunión virtual del componente los días 14 y 15 de agosto (Virtual Kick-off Meeting for the Blue Carbon Component) en la cual se presentaron por país las posibilidades de ecosistemas para estudiar, las fortalezas del equipo nacional y se definieron las capacitaciones a realizarse en 2025 asociado al muestreo y posteriormente la armonización de análisis de carbono a nivel regional.
- El Perú también participó en la Reunión Regional sobre Armonización de Protocolos para la Determinación de Microplásticos en Aguas y Sedimentos en la Zona Marino Costera, realizada en Mar del Plata, Argentina, del 11 al 15 de noviembre de 2024.



- Presentación de REMARCO y el componente de Acidificación Oceánica (ODS 14.3.1) en el marco de la Red Regional de Información Ambiental (REIN) del PNUMA. El evento se realizó de forma virtual el 27 de noviembre de 2024.
- Visita del Sr. Rafael Mariano Grossi, Director General del OIEA, a IMARPE - Perú el 17 de junio de 2024. La visita permitió mostrar las diferentes actividades en las que estamos comprometidos en el contexto de los diferentes proyectos.

### **(19) RLA7029 Mejora de las capacidades regionales para evaluar la disponibilidad y calidad del agua dulce mediante técnicas de hidrología isotópica (ARCAL CXCIV)**

*Coordinadores del Proyecto: Nilton Inga Infanzón, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN); y Representante de la Autoridad Nacional del Agua (ANA)*

El proyecto RLA7029 está integrado por 20 países de la región, con una duración de 4 años.

El Perú, país adscrito al proyecto, viene participando de las actividades mediante cooperación conjunta entre instituciones como son el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN), la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA).

Las modificaciones en las contrapartes nacionales y la designación del DTM antes de que de inicio el proyecto planteó desafíos en la comunicación dentro del equipo nacional. No obstante, estos cambios fueron restablecidos mediante la reasignación del DTM, conforme a la Resolución de Presidencia RP N° D000003-2025-IPEN-PRES. Durante el proceso de regularización administrativa, se trabajó en el restablecimiento de la comunicación y la confianza dentro del equipo del proyecto, así como en la reactivación de las actividades de planificación dirigida al monitoreo.

Se realizaron las siguientes reuniones internas:

- El 22 de julio de 2024, se realizó la primera reunión presencial con representantes de la Autoridad Nacional del Agua, siendo los representantes de la Dirección de Calidad y Evaluación de Recursos Hídricos los siguientes profesionales:
  - María Esther Palacios Burbano
  - Oscar Alberto Avalos Sanguinetti
  - Cesar Claudio Jara Leiva

Se acordó formular un convenio específico en el marco del proyecto ARCAL RLA7029 y establecer una reunión virtual para el 2025 para presentación de cuencas a monitorear en función del presupuesto asignado.

- El 26 de agosto de 2024 se realizó la primera reunión virtual con representantes del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental:



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

- Juan Carlos Fernández Cerna
- Caty Yuly Huarcaya Muñiz

Entre los acuerdos se estableció preliminarmente incorporar el monitoreo de isótopos estables en las evaluaciones ambientales de seguimiento, contando con 6 potenciales unidades fiscalizables distribuidas en la zona centro y sur del país. Debido al periodo se sugirió retomar tales acciones de coordinación de campo para los primeros meses de 2025.

Se realizaron las siguientes reuniones de coordinación a nivel regional, con presencia del OT, PMO y contrapartes:

- El 28 de febrero de 2024, se realizó la reunión virtual entre contrapartes y personal del OIEA con el propósito de que cada país presente a su equipo de trabajo, infraestructura disponible, principales áreas de interés y posición en relación al intercambio de datos dentro del proyecto.

Entre los acuerdos se planteó completar 2 cuestionarios denominados:

- Cuestionario IWAVE
- Cuestionario de equipamiento e infraestructura.

Por parte del OIEA estuvo presente el PMO (Facundo Deluchi), y las OT (Melanie Vital y Astrid Harjung).

- El 11 de noviembre de 2024, se realizó la reunión presencial entre contrapartes y personal del OIEA en Viena, Austria (EVT2403795), con el propósito de abordar las brechas de conocimiento y capacidad en los países miembros de la región de América Latina y el Caribe (ALC) mediante el uso de técnicas nucleares.

Esta primera reunión de coordinación del proyecto regional RLA7029 tuvo como objetivos:

- Garantizar la participación de formuladores de políticas y autoridades encargadas del reporte del ODS6 para mejorar el impacto y la rendición de cuentas del proyecto en los países miembros.
- Identificar brechas de capacidad en los laboratorios regionales para asegurar la recolección y análisis de datos precisos y confiables, y proponer acciones para cerrar esas brechas.
- Establecer una hoja de ruta con responsabilidades definidas para crear una red consolidada de datos para consulta y referencia en estudios y proyectos actuales y futuros.

Por parte del Perú participaron:

- Ing. Francisco Javier Quintana Palacios de la Autoridad Nacional del Agua.
- Ing. Nilton Rómulo Inga Infanzón del Instituto Peruano de Energía Nuclear



Participación en eventos de formación:

- EVT2403687: XII Curso Hispanoamericano de Hidrología Subterránea-"Virtual".  
Evento realizado del 30 de septiembre al 25 de octubre de 2024.  
Por parte del Perú participó el Dr. Juan Carlos Fernández Cerna del Organismo de Fiscalización y Evaluación Ambiental.
- EVT2403690: XII Curso Hispanoamericano de Hidrología Subterránea-"Presencial".  
Evento realizado del 28 de octubre al 07 de diciembre de 2024.  
Por parte del Perú participó el Dr. Juan Carlos Fernández Cerna del Organismo de Fiscalización y Evaluación Ambiental.

## **2. PARTICIPACIÓN DEL COORDINADOR NACIONAL EN LAS ACTIVIDADES DE ARCAL**

### **(1) RLA0070 Fortalecimiento de la cooperación regional (ARCAL CLXXXVI)**

El Coordinador Nacional de ARCAL ha participado en reuniones de alto nivel con Cancillería y los ministerios de los sectores relacionados a las áreas temáticas de los proyectos ARCAL con ocasión de la visita del Director General del OIEA, asimismo en reuniones con la comisión de ciencia y tecnología del congreso para dar a conocer las aplicaciones de la ciencia y tecnología nuclear y su importancia en la cooperación regional.

En el mes de julio 2024, se recibió y brindó el apoyo a la Misión de Expertos que vino a evaluar el Impacto del Programa ARCAL del período 2016-2021 (piloto) en nuestro país, según Agenda propuesta.

Se realizaron reuniones presenciales y virtuales de seguimiento y monitoreo de los proyectos con las contrapartes nacionales.

El Coordinador Nacional de ARCAL con apoyo del grupo de comunicaciones del IPEN y del punto focal de comunicaciones continuó con su labor de dar visibilidad a los proyectos ARCAL que se vienen desarrollando en el país y su impacto en beneficio de la población.

Se han llevado a cabo reuniones con los representantes de las distintas instituciones nacionales, con el fin de promover el trabajo colaborativo, establecer alianzas estratégicas y sinergias entre instituciones nacionales a cargo de los proyectos regionales ARCAL.



El Coordinador Nacional del Perú participó:

### **Reuniones virtuales**

- **Reunión Grupo Directivo OCTA con el grupo de Alianzas de ARCAL**  
16.01.2024
- **Reunión Grupo Directivo OCTA y WIN ARCAL**  
17.01.2024
- **Sesión de preguntas y respuestas sobre presentación de proyectos 2026-2027**  
18.01.2024
- **Reunión de Coordinación - Vídeo 40 años ARCAL**  
31.01.2024
- **Reunión del Grupo de Seguimiento y Evaluación ARCAL**  
16.02.2024
- **Reunión del Grupo de Seguimiento y Evaluación ARCAL**  
11.03.2024
- **Reunión del Grupo Directivo OCTA - Reciente Designación de la Coordinadora Nacional de ARCAL: Belice**  
12.03.2024
- **Reunión del Grupo de Seguimiento y Evaluación**  
13.03.2024
- **Reunión del Grupo de Seguimiento y Evaluación**  
15.03.2024
- **Reunión CATS y Grupo Directivo OCTA - Primer análisis de propuestas recibidas convocatoria 2026-2027**  
22.04.2024
- **Reunión del Grupo Directivo OCTA – Reciente Designación del Coordinador Nacional de ARCAL: Costa Rica**  
29.05.2024
- **Reunión de coordinación de Coordinadores Nacionales de ARCAL y Comunicadores de ARCAL**  
12.06.2024



- **Reunión Grupo Directivo OCTA - Enfoque de nuevos proyectos integrales, su proceso de diseño y designación de DTMS, participación de ARCAL en la Conferencia Ministerial**  
14.08.2024
- **Reunión CATs y Grupo Directivo del OCTA - discutir próximos pasos del proceso de diseño de los 6 proyectos ARCAL propuestos para el ciclo 2026-2027**  
21.08.2024
- **Reunión Grupo Directivo y CAT Seguridad Alimentaria - Diseño de Proyecto Atoms4Food RLA2024006**  
19 de septiembre 2024
- **Reunión Grupo Directivo OCTA y Coordinadores Nacionales de ARCAL - Intervenciones de ARCAL durante la conferencia ministerial de noviembre 2024**  
11 de noviembre 2024

### **Reuniones Presenciales**

- **Reunión Extraordinaria del ORA-ARCAL**  
24.04.2024, Viena, Austria
- **Reunión del Pre-OCTA y Grupo de Seguimiento y Evaluación**  
| 29 de abril al 03 de Mayo 2024, Viena, Austria





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

- **XXV Reunión del OCTA**  
06 al 10 de mayo 2024, Viena, Austria



- **XXV Reunión Ordinaria del Órgano de Representantes de ARCAL (ORA) - ARCAL**  
Viena, Austria, 17 de septiembre 2024
- **Conferencia Ministerial sobre Ciencia, Tecnología y Aplicaciones Nucleares y el Programa de Cooperación Técnica**  
Viena, Austria, del 26 al 28 de noviembre de 2024





### **3. RESULTADOS, DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DE LOS PROYECTOS Y DEL ACUERDO**

A continuación, se detallan los principales resultados de los proyectos ARCAL en los que participó el Perú en el año 2024, así como las dificultades y problemas presentados:

#### **(2)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)**

*Coordinadores del Proyecto: Javier Gago Campusano, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN); y Mary Flor Césare Coral, Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)*

El proyecto se centra en abordar la contaminación ambiental a través de la reutilización de residuos plásticos y madera, tratados con radiaciones ionizantes. A continuación, se describe algunas de las actividades importantes que se han llevado a cabo en el marco de este proyecto:

#### **Acondicionamiento de la materia prima**

- Se realizó el tamizado del aserrín de pino y bolaina con un tamiz ASTM N° 100 equivalente a una granulometría menor a 0,149 mm.
- Secado de aserrín tamizado en una estufa a 105°C.
- Molienda del material acoplante y del polietileno de alta densidad a un tamaño de 2 mm utilizando un molino de cuchillas

#### **Preparación de mezclas y extrusión**

En la siguiente lámina se describen los pasos seguidos para la elaboración de las probetas del material composite de pino o bolaina con polietileno de alta densidad, así como su posterior irradiación.

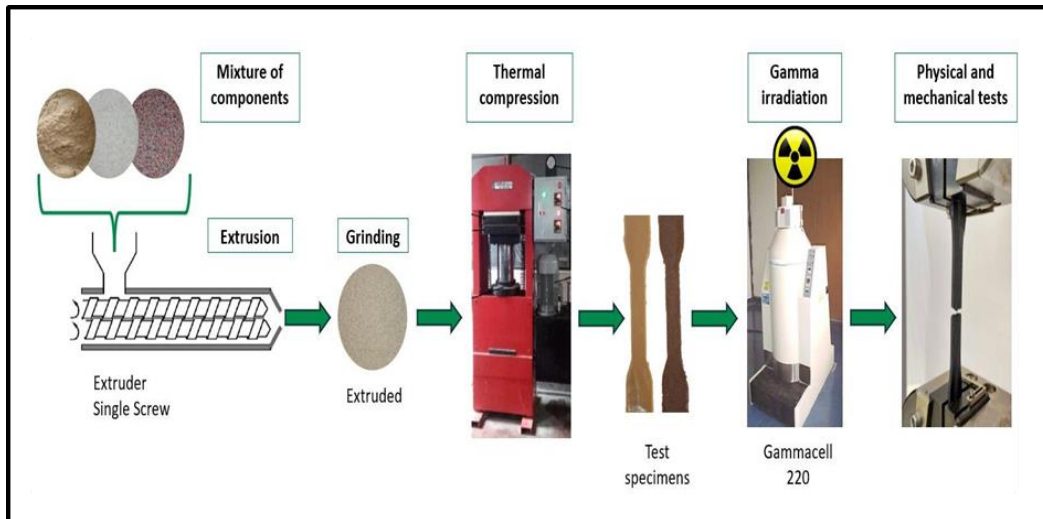
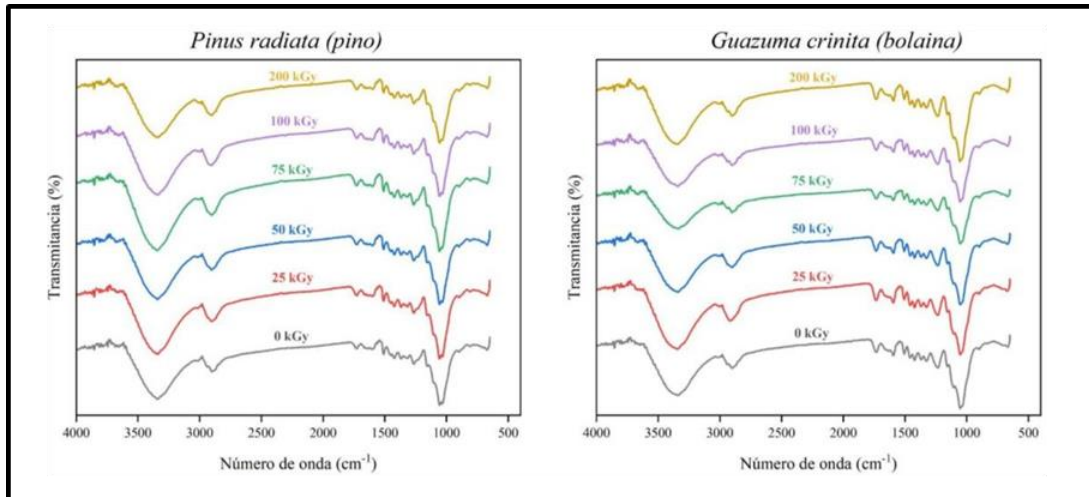


Figura 1. Flujograma de la elaboración del material composite de residuos de madera con polietileno

### Caracterización de la materia prima

Se realizó el análisis espectrofotométrico de transformada de Fourier FTIR, de la materia prima como son de pino, bolaina, polietileno de alta densidad (virgen y reciclado).



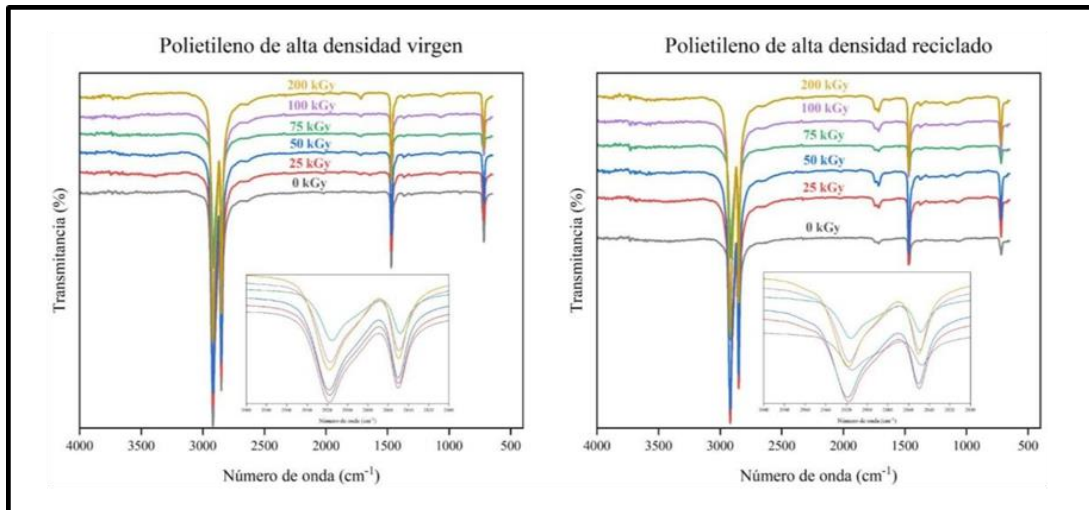


Figura 2. Espectros infrarrojos de las materias primas a diferentes dosis de irradiación.

Se finalizó la preparación de probetas, para los ensayos de tracción, flexión, absorción de humedad e intemperismo. Se enviaron todas las probetas a irradiarse al laboratorio de Servicios Generales del IPEN. Se tiene coordinado el apoyo de varios laboratorios para los ensayos respectivos, como son los Laboratorios del IPEN – Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina, Universidad San Ignacio de Loyola y el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas – IVIC.

En junio de 2024 el Perú fue sede de la **Reunión de Coordinación de Mitad de Período del proyecto RLA1020**. Organizada por el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN), en colaboración con la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), la reunión tuvo como objetivo evaluar los avances logrados por los países participantes, realizar una revisión general del plan de trabajo del proyecto y su impacto potencial, y perfeccionar las estrategias a implementar para cumplir con los objetivos, que también forman parte de los objetivos de NUTEC Plastics.



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

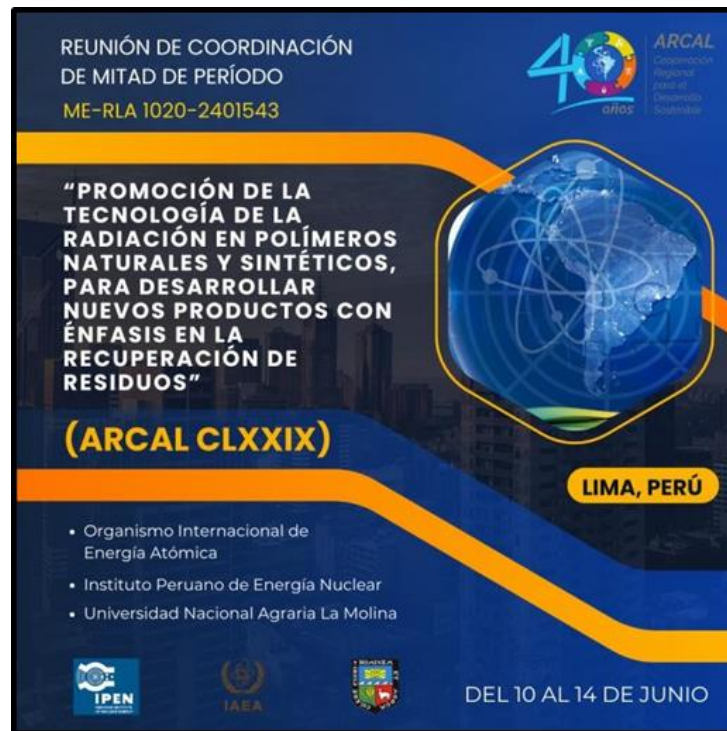


Figura 3. Reunión de coordinación de mitad de periodo RLA1020

El encuentro sirvió para identificar las brechas aún existentes y las oportunidades concretas a nivel regional y nacional al optimizar y fortalecer las actividades planificadas. Durante la semana, los participantes realizaron visitas técnicas a la UNALM y a varias plantas recicladoras dedicadas al manejo de residuos, promoviendo su reutilización y otorgando valor a materiales que inicialmente fueron descartados. Además, se presentaron casos de éxito, demostrando el potencial de estas iniciativas.



Figura 4. Visita a empresa GEXIM S.A.C: planta de procesamiento de fibras de poliéster



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



Figura 5. Visita a Planta de reciclaje “Voces por el Clima” de la Municipalidad de Santiago de Surco



Figura 6. Visita a MADECOPLAST S.A.C.: planta de materiales de plástico y madera



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



Figura 7. Visita a UNALM: exposiciones de integrantes de INCUBAGRARIA y Vicerrectorado de Investigación y visita al Jardín Botánico

En materia de **divulgación**, se participó en diversos eventos:

- Encuentro Científico Internacional de verano ECI 2024 (03 enero 2024)  
Tema: “Avances en el desarrollo de material compuesto a base de residuos de polímeros y madera, tratados con radiaciones ionizantes”. Expositor Javier Gago.



Figura 8. Certificado por la exposición del evento



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

- Jueves Científico del IPEN (25 enero 2024)  
Tema: “Tecnología de las radiaciones en polímeros naturales y sintéticos para desarrollo de nuevos productos con énfasis en la recuperación de residuos”. Expositora Dra. Mary Flor Césare.

Figura 9. Presentación de exposición: Jueves Científico del IPEN.

- Charla magistral de la Oficial Técnico del proyecto, Celina Horak. Realizada en el auditorio del IPEN.



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

Projecto ARCAL RLA1020

**"Innovación en tecnología de radiación para un futuro sustentable"**

CONFERENCIA MAGISTRAL

EXPOSITORA: CELINA HORAK  
Jefa de sección- Productos de Radioisótopos y Tecnología de la Radiación - OIEA

JUEVES | 13 JUNIO | 04:00 p.m. | WEBEX

Logos: IPEN, CSEN, ARCAL

Figura 10. Conferencia Magistral a cargo de la Dra. Celina Horak

- Boletín Institucional IPEN N° 54 – 20 de junio de 2024.  
Lima fue sede de la reunión intermedia de proyecto ARCAL que utiliza tecnología de radiación para combatir la contaminación por plásticos.
- Publicación en página web de ARCAL  
“En Perú se realizó reunión de proyecto ARCAL que utiliza tecnología de radiación para combatir contaminación por plásticos”  
<https://www.arcal-lac.org/en-peru-se-realizo-reunion-de-proyecto-arcal-que-utiliza-tecnologia-de-radiacion-para-combatir-contaminacion-por-plasticos/>

### Tesistas

- Proyecto de Tesis Aprobado (Resolución FCF N°105/2023 UNALM):  
Título de la tesis: “Efecto de la radiación gamma en las propiedades de los compuestos de polietileno de alta densidad con pino y bolaina.” Aleshka Nicolle Chinchay Bengoa.  
Asesor: Mary Flor Cesare. Co-Asesor: Javier Gago
- Proyecto de Tesis (UNALM)  
Título: “Efecto del intemperismo sobre compuestos gamma irradiados de polietileno de alta densidad con pino y bolaina.” Jisennia Vara García. Asesor: Mary Flor Cesare. Co-Asesor: Javier Gago
- Apoyo a Tesista de Doctorado



Erika Catherine Salas Arias, con DNI N°29694401, es candidato a doctor en Ciencias y Tecnologías Medioambientales de la Facultad de Ciencias Naturales y Formales de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, se apoyó con la estadía en laboratorio del IPEN para el trabajo “Obtención y caracterización de un material compuesto a partir de fibras de lodos residuales papeleros y de residuos de alcachofa con matriz polimérica termoplástica”

- Apoyo a Tesista de Maestría  
Ing. Mónica Vivanco Montoya. Escuela Universitaria de Posgrado de la Universidad Nacional Federico Villarreal. Título de tesis: “Efecto de la radiación gamma en el reciclaje de polietileno de baja densidad para la producción con compuestos con madera de pino radiata (pinus radiata)”.

#### **Amenazas o desafíos para el desarrollo del proyecto:**

- Disponibilidad de equipos para la caracterización: se tiene cubierto un número aceptable de laboratorios, pero se corre riesgo en el caso de los ensayos de microscopía de barrido SEM, pues el equipo se encuentra en reparación. Se están evaluando otras alternativas y el presupuesto disponible.
- Las grandes distancias entre laboratorios para las posibles atenciones implican mayor tiempo en obtener resultados y análisis.
- La respuesta de presupuesto para actividades de mantenimiento, repuestos, estadía de tesis, adquisición de insumos no es inmediata y es escasa a la vez.
- Disponibilidad de extrusor doble tornillo: hasta el momento los trabajos se han avanzado empleando extrusor monohusillo.
- Se requiere orientar el trabajo de investigación sobre materiales compuestos a nuevos objetivos que designan las autoridades de turno.

#### **Usuario final para el producto a desarrollar:**

Se han identificado varios posibles usuarios, pero la única entidad interesada en la propuesta hasta el momento es la empresa MADECOPLAST S.A., representada por su Gerente General, Mg. Guillermo Paz. El Gerente de dicha empresa ha brindado valiosas recomendaciones para el desarrollo del proyecto de investigación y ha ofrecido el uso de sus instalaciones para la realización de pruebas piloto de producción a nivel semiindustrial.

Actualmente no se ha formalizado un acuerdo firmado con el usuario final. A continuación, se detallan las acciones adoptadas:

- Se elaboraron documentos tipo convenio en colaboración con la empresa MADECOPLAST, logrando estructurar un convenio preliminar.
- A pesar de contar con el acuerdo preliminar listo para formalizar, no se obtuvo una respuesta oficial de las áreas encargadas dentro del IPEN para proceder con su firma, se desconoce el motivo por la no atención solicitada.
- La comunicación con el gerente de MADECOPLAST se mantiene en forma cordial y respetuosa, lo que evidencia una buena disposición por parte de la empresa a colaborar en el futuro, aunque no se haya concretado formalmente el acuerdo



## TRL alcanzado en 2024

Durante este período, nos hemos mantenido en el nivel TRL 3 según la evaluación realizada en el evento del 2023. Esto se debe a las actividades relacionadas con el procesamiento de las probetas, así como a la ejecución simultánea de dos trabajos de tesis, que nos permite ampliar el número de caracterizaciones a realizar. Además, se mantienen las coordinaciones con la empresa Madecoplast S.A.C. para llevar a cabo una prueba piloto a nivel semiindustrial (escalamiento).

## Participación en concurso de financiamiento de proyectos

Es importante informar que la tesista del IPEN Aleshka Nicolle Chinchay Bengoa ganó un concurso organizado por el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Concytec) y el Programa Nacional de Investigación Científica y Estudios Avanzados (Prociencia) en la modalidad “TESIS DE PREGRADO Y POSGRADO EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA - CONCURSO E073-2024-01” y CONTRATO N° PE501089701-2024”. El título del proyecto de tesis ganado es: “Efecto de la radiación gamma en las propiedades de los compuestos de polietileno de alta densidad con pino y bolaina”.

Registro	Nombres y apellidos	Modalidad de postulación	Tipo de tesis	Región de la Entidad de Procedencia	Título d
17	CHINCHAY BENGOA ALESHKA NICOLLE	Pregrado	Pregrado – Título profesional	LIMA	Efecto gamma en las propiedades de los compuestos de polietileno de alta densidad con pino y bolaina

Figura 11. Registro de ganadores del concurso de financiamiento de tesis. Fuente: <https://prociencia.gob.pe/2024/01/tesis-de-pregrado-y-postgrado-en-ciencia-tecnologia-e-innovacion-tecnologica-2024/>

## Diagrama de flujo del proyecto en desarrollo

Se tiene dos proyectos en desarrollo, el primero que se muestra en la figura 12 es el diagrama sobre la propuesta iniciada en el 2022, y actualmente nos encontramos en el proceso de irradiación de todas las probetas (marcado con líneas discontinuas color rojo).

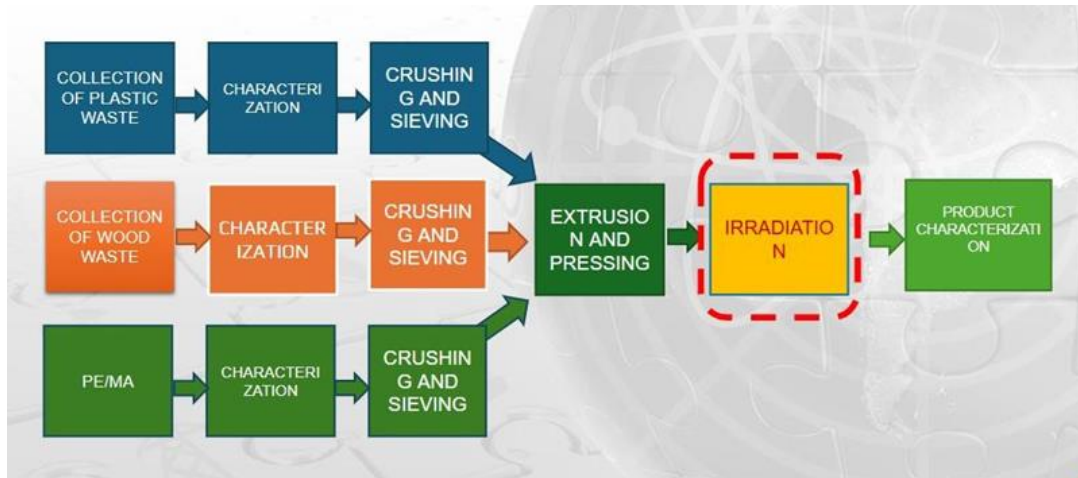


Figura 12. Diagrama de flujo de propuesta inicial (entrecruzamiento)

En la figura 13 se muestra la propuesta reformulada por el Dr. Owen, donde se busca un producto más amigable con el ambiente, el concepto es la funcionalización de los polímeros reciclados a tratar.

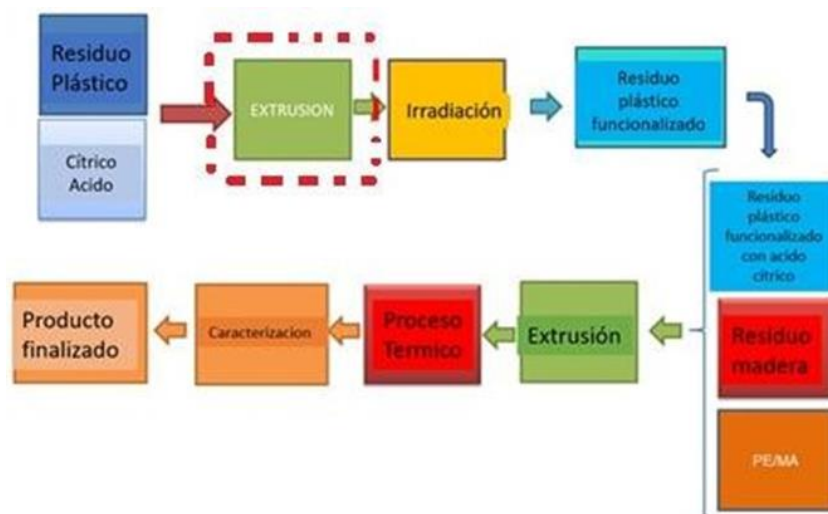


Figura 13. Diagrama de flujo de la propuesta reformulada: Funcionalización

### Participación en el proyecto N° PE501083245-2023-PROCIENCIA

El proyecto N° PE501083245-2023-PROCIENCIA está a cargo de la Mg. Patricia Bedregal (IPEN) y corresponde a un Proyecto de Investigación Multidisciplinario titulado: "Aplicación de la tecnología de radiación para el reciclaje del plástico de un solo uso". Actualmente, se encuentra en desarrollo. La función asignada al Sr. Javier Gago en este proyecto es la de Gestor Tecnológico. El proyecto ya tiene un avance de un año y finalizará en agosto del 2025.

Las funciones principales a desarrollar incluyen: la elaboración del paquete tecnológico, la elaboración del informe de viabilidad de patente y la estrategia de propiedad intelectual, así como



garantizar el escalamiento del producto desarrollado en el proyecto y viabilizar la transferencia tecnológica correspondiente.

Los resultados esperados según las bases del concurso que corresponden al Gestor Tecnológico son los siguientes:

- Informe de Reporte de viabilidad (RV) y Búsqueda de Información Tecnológica (BIT) otorgado por INDECOPI o el CATI\*
- Al menos una solicitud de patente de invención y/o modelos de utilidad y/o certificado de obtentor. (En caso de contar con un resultado positivo en el Reporte de Viabilidad de Patente).
- Asistir a un taller de inducción de gestión tecnológica por parte del CONCYTEC y completar al menos 3 cursos MOOC de capacitación en la plataforma Vincúlate y/o Patenta, en temas de: Propiedad intelectual y/o Nivel de TRL y/o Legalidad de la Transferencia y/o Gestión de la Investigación o relacionados.
- Completar el formato de "Divulgación de la invención" por tecnología.
- Presentar el Paquete tecnológico para su transferencia y/o implementación para desarrollo tecnológico.

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

*Coordinadora del Proyecto: Katherine Portilla Jarufe, Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)*

#### Logros:

- *Actualizar algunos métodos de diagnóstico serológico y molecular de enfermedades prioritarias en base a los procedimientos operativos normalizados (PON) de Centros de Referencia de la OMSA.*

Elaboración y/o actualización de 05 métodos de ensayos en base a protocolos validados por Centros de Referencia de OMSA, Laboratorio de Referencia de Influenza Aviar, Brucelosis, Peste Porcina Clásica, Peste porcina Africana y fiebre aftosa; los cuales se encuentran APROBADOS por la Unidad de Gestión de Calidad (UGCA) del SENASA.

- MET-UCDSA-Pav 06: Detección de anticuerpos contra la proteína no estructural 3ABC del virus de la fiebre aftosa en suero de bovinos y ovinos por ELISA
- MET-UCDSA/Bac-11: Detección de anticuerpos específicos de brucella abortus, brucella melitensis, brucella suis en suero sanguíneo de bovinos, ovinos, caprinos y porcinos por el método de ELISA competitivo



- MET-UCDSA-Vir-05: Detección de anticuerpos Anti-E2 contra el virus de la peste porcina clásica (CSFV) en suero por ELISA competitiva.
  - MET-UCDSA/Eve-01 Detección de anticuerpos contra la proteína no estructural 3ABC del virus de la fiebre aftosa en suero de bovinos y ovinos por ELISA
  - MET-UCDSA/LBM-01: Detección del virus de peste porcina africana (PPA) en suero sanguíneo de porcino por PCR en tiempo real
- *Fortalecer nuestro sistema de Aseguramiento de la calidad de los métodos de diagnóstico bajo el marco del sistema de gestión de calidad ISO 17025.*

En el 2024 a través de la Oficina de Centros de Diagnóstico y Producción (OCDP) se unificó el Sistema de Gestión de Calidad de las 03 unidades de laboratorio que forman parte integrante de esta oficina, dándose inicio al proceso de acreditación de ensayos y permitiendo que esta unificación proporcione una optimización en términos de tiempo y recursos.

El objetivo para el 2025 es acreditar ante INACAL (ente nacional en materia de calidad) 05 métodos de ensayo con la ISO 17025 en el Centro de Diagnóstico de Sanidad Animal, por lo que hemos iniciado el proceso a través de la actualización de los documentos de gestión y verificando el cumplimiento de los requisitos que exige la norma.

- *Propiciar un acercamiento y coordinación con Laboratorios Regionales de Referencia en temas de pruebas de proficiencia, actualización de PON y material estándar de referencia.*

#### **Interlaboratorio para Influenza Aviar y Enfermedad de Newcastle:**

En el 2024, la Red Sudamericana de Influenza Aviar (RESUDIA) bajo la supervisión técnica del Laboratorio Federal de Defensa Agropecuaria - SP (LFDA/SP) como Laboratorio de Referencia de la OMSA para Influenza Aviar y el apoyo técnico del Centro Panamericano de Fiebre Aftosa y Salud Pública Veterinaria (PANAFTOSA/SPV) organizaron una ronda de ensayo de capacidad diagnóstica para los países de la región de las Américas.

La ronda tuvo como objetivo impulsar un Programa Inter Laboratorios (PIL) para la detección de ARN de los virus de la influenza aviar y de la Enfermedad de Newcastle mediante RT-qPCR. El objetivo de este programa es verificar los resultados de los participantes, contribuyendo a asegurar la validez de los resultados analíticos y promoviendo la mejora continua de la calidad

En Diciembre 2024 recibimos el panel de muestras y en Enero 2025 enviamos los resultados y estamos a la espera del informe final con los resultados oficiales.

#### **Interlaboratorio para Peste Porcina Clásica y Peste Porcina Africana:**



En el 2024, el Laboratorio de Referencia OMSA para la peste porcina africana y clásica del Centro Nacional de Enfermedades Animales Exóticas (NCFAD), Winnipeg, Canadá y el Laboratorio de Referencia CFIA de Canadá organizaron una ronda interlaboratorio para las pruebas de Peste Porcina Africana y Clásica para los laboratorios de la región enviando paneles con virus inactivados y sueros liofilizados. En febrero de 2025 recibimos el informe final donde obtuvimos resultados SATISFACTORIOS.

Beneficios alcanzados:

Fortalecimiento de la capacidad y competencia técnica de los profesionales que asistieron a las capacitaciones dictados en el 2024.

Problemas y dificultades:

Para la recepción de los reactivos, kit de diagnóstico y controles de referencia donados se tuvieron dificultades en la recepción debido a las inadecuadas condiciones de temperatura que fueron transportados y recepcionados.

El material biológico recibido es de alto valor y su conservación requiere de una estricta coordinación en cuanto a las condiciones de temperatura para evitar cualquier deterioro o afectación en su calidad. En este sentido, el courier contratado debe asegurar que los insumos lleguen bajo las condiciones adecuadas para su transporte, lo cual es crítico para preservar la integridad de los materiales.

Por lo tanto, sugerimos realizar una revisión y ajustar los procedimientos operativos con el courier contratado, para garantizar que en futuras entregas se cumplan todas las especificaciones necesarias, particularmente las condiciones de temperatura, con el fin de asegurar la calidad de los materiales recibidos.

Compra de equipos e insumos:

En el 2024 se recibió reactivos de laboratorio, kit de diagnóstico y material de referencia por un monto de S/ 76 758.86 (18 407.40 euros), los cuales servirán para el proceso de verificación de métodos y aseguramiento de la calidad con miras a la acreditación con la ISO 17025 para las enfermedades que se encuentran priorizadas en el proyecto (Influenza aviar, Enfermedad de Newcastle, Peste porcina clásica, Peste porcina africana y Brucelosis).



#### **(4) 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)**

*Coordinadora del Proyecto: Nieves Sandoval Chaupe, Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM)*

Es importante mencionar que el curso desarrollado en Perú fue un éxito, los laboratorios de SANIPES contaron con todas las áreas y laboratorios necesarios para la ejecución de las clases teóricas y prácticas de manera eficiente. Arcal envió los materiales para el desarrollo del curso, los cuales fueron traídos por la representante de la OIEA la Dra Carla Bravo de Rueda y entregados a la Dra. Muriel Gomez Sanchez de SANIPES. Se les facilitó todos los materiales desde mandiles, cofias, guantes, zapatos descartables para asegurar una bioseguridad adecuada de los participantes y que todos puedan ejecutar las actividades practicas cada día. Para el dictado de las clases teóricas en el auditorio, se contó con un equipo de traducción para los participantes, el cual también fue financiado por el OIEA. Para la seguridad de los participantes y expertos y evitar dificultades de traslado de los mismos, se contrató una movilidad desde Miraflores hasta Ventanilla y viceversa para su regreso.





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



Relevante para el país son las capacitaciones que benefician a los diferentes participantes, tanto de la Academia (Universidad) como del Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES), ambas instituciones, comprometidas con el desarrollo y sostenibilidad de la acuicultura del país. La aplicación de estas técnicas para la mejora del diagnóstico e investigación de enfermedades que afectan a las truchas como otros organismos acuáticos de cultivo como los que están en los cuerpos de agua dulce y marinos. Los conocimientos en estos métodos adquiridos permiten su uso y ampliar las investigaciones como es el caso de las universidades, para la detección de enfermedades y variantes de los microorganismos patógenos, lo que permite una propuesta de control y prevención de las mismas y la sostenibilidad de la producción de organismos acuáticos en el país.

Otro importante logro, es el fortalecimiento de relaciones interinstitucionales entre la Academia y la institución normativa nacional SANIPES, se ha logrado realizar la recolección y entrega a la sección de Patología de Organismos Acuáticos de la FMV-UNMSM, de muestras comprometidas para el proyecto ARCAL para el análisis de IPN con el apoyo del programa de la vigilancia activa de SANIPES, por otro lado, uno de los beneficios es la adquisición de un equipo de secuenciación MINION por donación de equipos y reactivos, para la estandarización de pruebas moleculares para el diagnóstico de virus de IPN el cual fue completado en el año 2024 y con posibilidad de usarse para otros agentes infecciosos que afectan peces como a otros organismos acuáticos. Está programado a empezar a usarse en el 2025.



Respecto a problemas percidos del desarrollo del proyecto no hubo, sin embargo, si dentro del país los relacionados a los procesos administrativos para el proceso de desaduanaje, transporte y entrega de equipos donados, considero que aún se debe mejorar esta parte y podría ser por la falta de políticas claras entre las instituciones. Obtuvimos todos los reactivos para la utilización del MINION después de realizado el curso en marzo, completamos de obtener todos los reactivos después de fines de medio año. Se debe tener en cuenta la contratación de empresas eficientes y de experiencia que asumen los efectos para el desaduanaje. Otro problema considero, es uno de los requisitos implementados por el IPEN en el 2024, para la presentación de los candidatos para participar de los eventos de capacitación por el proyecto. Para las universidades, antes esa presentación solo era del señor Decano, y era más rápido y fácil obtener la firma y tramitación de la misma por esa autoridad, sin embargo, se cambió a que la firma para la presentación del candidato sea por el representante legal esta vez el Rector o Rectora y ello es más engorroso porque esas autoridades están muy ocupadas y toma más tiempo el obtener esa firma.

El equipo y reactivos donados por el OIEA para cada país, son un MINION y sus reactivos, para secuenciar las muestras de truchas positivas de IPN y las sobrevivientes infectadas, identificar resistentes. Actualmente el país ya cuenta con el equipo MINION y todos los reactivos el cual fue desembarcado y desaduanado conjuntamente, en cinco desembarques, a la fecha se ha completado la totalidad de reactivos donados.

### **(5) RLA5087 Validación de la técnica del insecto estéril para el control de la mosca sudamericana de la fruta (ARCAL CLXXVI)**

*Coordinador del Proyecto: Edgardo Ortiz Carpio, Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)*

#### **Resultados:**

- Obtención de la cepa de sexado genético de *Anastrepha fraterculus*, actualmente en fase de estabilización y caracterización genética.
- Realización de la Segunda Reunión de Coordinación Regional en Lima, donde se evaluaron y coordinaron las actividades del proyecto.
- Participación de colaboradoras del SENASA en la 11ª Reunión del Grupo de Trabajo de la Mosca de la Fruta del Hemisferio Occidental (TWWH).

#### **Dificultades:**

- Desafíos en la estabilización genética de la cepa de *Anastrepha fraterculus*, que requerirá tiempo y recursos adicionales.
- Coordinación logística y administrativa para la realización de reuniones y actividades planificadas.

#### **Problemas Presentados:**

- Retrasos en la implementación de algunas actividades debido a factores externos, como condiciones climáticas adversas o restricciones logísticas.



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

- Necesidad de mayor financiamiento y recursos para asegurar la continuidad y efectividad del proyecto.

Figura : Presentación de Proyecto RLA 5087 “Técnica de Insecto Estériles para el control de la Mosca Sudamericana de la Fruta”



Figura: Trabajo de la Mosca de la Fruta



Figura: Trabajo de la Mosca de la Fruta

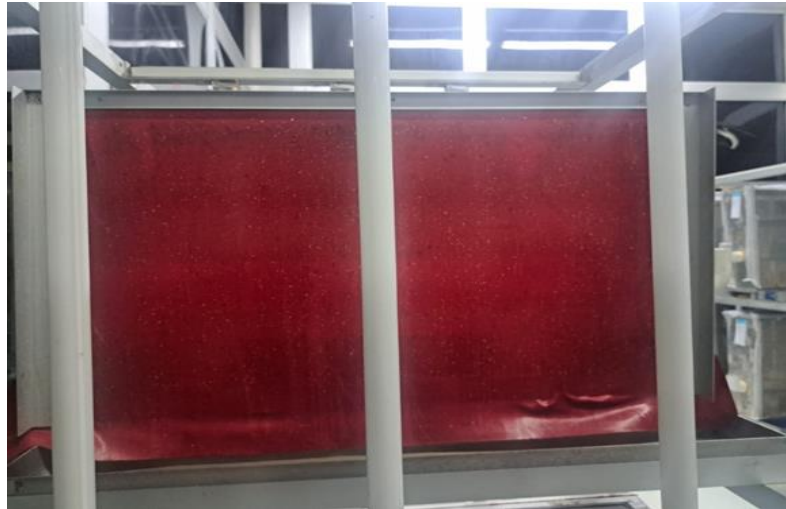


Figura: Trabajo de la Mosca de la Fruta



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

*Coordinadores del Proyecto: Patricia Bedregal y Marco Ubillus Namihas, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)*

Resultados obtenidos:

1. Confiabilidad demostrada en los análisis químicos de metales pesados en muestras suelo.
2. Dos profesionales nacionales capacitados en Técnicas Analíticas.
3. Implementación de dos casos de estudio:
  - a. Muestreo de 66 muestras de suelo agrícola
  - b. Muestreo de 80 muestras de suelo impactado por la minería.



Dificultades y problemas:

Las dificultades presentadas están relacionadas con la obtención de recursos económicos necesarios para ejecutar el muestreo en la zona impactada por la minería y el no contar con algunos consumibles, como el ácido nítrico suprapur para realizar los análisis utilizando la técnica de AAS.

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

*Coordinadores del Proyecto: José Paez Apolinario, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN); y Brisaida Flores Barrenechea, Centro de Producción de Radiofármacos de EsSalud*

Este proyecto ha sido fundamental para fortalecer la infraestructura sanitaria y de investigación del país, posicionando la tecnología PET como una herramienta clave para el diagnóstico oncológico y fortaleciendo los conocimientos de los profesionales en Radiofarmacia. Además, ha facilitado el contacto y la armonización de prácticas con profesionales de otros países, consolidando una red de colaboración regional en beneficio de nuestros pacientes. Uno de los impactos fundamentales fue que las autoridades gubernamentales han tomado con seriedad el flagelo del Cáncer, por ello el diagnóstico temprano del Cáncer ha generado muchos proyectos asociados al RLA6085, como el Plan Esperanza, Rayos de Esperanza, la misión IMPACT del OIEA que visitó nuestro país, la ONG CITY CANCER CHALLENGE que ha tomado como referencia la región Arequipa para la instalación de un Ciclotrón-PET, entre otros.

El Proyecto RLA6085 y los problemas oncológicos que han sido detectados en nuestro país ha contribuido que el gobierno central y las Clínicas Privadas generen Proyectos de Inversión Ciclotrón-PET. El gobierno de Perú ha realizado una inversión en equipamiento médico nuclear para mitigar el cáncer como la compra e instalación de 25 mamógrafos, 12 Aceleradores Lineales y 10 Tomógrafos computarizados TAC, asimismo tiene proyectos de inversión en la región sur Arequipa IREN-SUR para instalar un Ciclotrón y dos PET, un PET/CT y el otro PET/RMN, también en la región norte Trujillo IREN-NORTE un proyecto Ciclotrón-PET, en la Región Oriente un proyecto Ciclotrón-PET. En la parte privada se está ejecutado un proyecto Ciclotrón-PET en la Clínica San Pablo región Lima que empezará a funcionar en febrero del 2025.

El proyecto RLA6085 ha sentado las bases para poder articular desde la producción del radioisótopo hasta la toma de imágenes en los escáneres PET pasando por la producción del radiofármaco y el control de calidad de todo el proceso, tenemos personal calificado que realizará el efecto multiplicador con lo aprendido, dando sostenibilidad al proyecto Asimismo, hay que precisar que están generando nuevos radiofármacos para distintas terapias y diagnósticos para mitigar y combatir el cáncer. Por ello hay que entender que se necesita capacitar en estos nuevos radiofármacos y ciclotrones que se están instalando en la región Al elaborar el proyecto no se tomó en cuenta que en todos los países, los reguladores sanitarios no certificaban los radiofármacos producidos por ciclotrones o ponían ciertas restricciones como si fuera un fármaco convencional, quizás por falta de conocimiento en Radiofarmacia no certificaban con las buenas



prácticas de manufactura BPM. La reunión intermedia del proyecto considero la necesidad de realizar un taller para productores y reguladores sanitarios que fue un éxito y todavía quedan muchas cosas pendientes.

Los que manejamos equipamiento médico nuclear solicitamos que las empresas que venden los equipos deben darnos los password suficientes para la operatividad de los sistemas, por ello en los nuevos proyectos se estarán solicitando esas facilidades. El proyecto RLA6085 nos muestra una gestión global desde la producción del isótopo y la producción del radiofármaco, por ello los nuevos proyectos de instalación de ciclotrones debe incluir la Radiofarmacia y si es llave en mano, mucho mejor.

Uno de los objetivos principales de este proyecto es la detección temprana del cáncer usando Ciclotrones-PET, esta práctica médica es beneficiosa para los pacientes oncológicos porque si logramos detectar tempranamente este flagelo los hospitales no tendrían una gran cantidad de pacientes oncológicos, inclusive los gastos económicos para los gobiernos serían menores.

Otra de las prácticas beneficiosas que ha generado el proyecto es el intercambio de conocimientos en las prácticas exitosas que se difundieron en las actividades que se realizaron, por ello se pudo estandarizar procedimientos y protocolos en la producción y control de calidad de los radiofármacos.

Considero que el proyecto RLA6085 es único en su género yha determinado que en las universidades se genere la especialidad de Radiofarmacia dando viabilidad a estas nuevas tecnologías.

El sector privado con las clínicas oncológicas es un stakeholder que ayudaría a la sostenibilidad del proyecto.

El sector gobierno es otro stakeholder que ayudaría a generar nuevos proyectos de inversión pública en temas oncológicos.

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

*Coordinadora del Proyecto: Edith Rosana Huamán Guadalupe, Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP)*

#### Resultados obtenidos:

Los resultados durante el año 2024 son:

- Participación del CURSO REGIONAL DE CAPACITACIÓN SOBRE GESTIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS PARA LA EVALUACIÓN NUTRICIONAL EN EL EMBARAZO Y LA INFANCIA, realizada en Santiago de Chile - Chile, realizado del 02 del 06 de diciembre de 2024.



- Recolectado datos de 30 embarazadas de 13 a 16 semanas embarazadas en el Hospital materno Perinatal, y en 05 establecimientos de salud de primer nivel.
- Evaluaciones antropométricas y las evaluaciones de Bioimpedancia.
- Datos de nivel de hemoglobina.
- Datos de nivel de glucosa en sangre.
- Datos de medición de plomo en sangre a través de Led care.
- Se realizó la digitación de datos en REDCAP de 09 madres gestantes de 13 a 16 semanas, y actualmente se encuentran con 24 a 26 semanas se concluirá digitar las 30 madres gestantes.
- Proyecto de investigación financiado por la UNCP con recursos determinados (canon sobre canon minero) equipo de plomo Led care.
- Datos de población objetivo: 30 madres embarazadas de 13 a 16 semanas.
- Data de 9 madres ya cumplieron 24 a 27 semanas.
- Elaboración del artículo científico, denominado “Composición corporal de lactantes menores de 6 a 24 meses una aplicación de los índices de masa grasa y masa libre de grasa”.
- Equipo de bioimpedancia en el mes de Agosto 2024.

#### Dificultades y problemas:

1. Recolección de los datos y seguimiento de las madres para cumplir con los objetivos del proyecto RLA 6089.
2. Coordinación con los hospitales y centros de salud del MINSA.

#### Lecciones Aprendidas

Se debe fortalecer las capacidades del personal de salud en los temas de composición corporal con bioimpedancia y isotopos de deuterio, para la detección oportuna de la malnutrición y para la prevención y tratamiento de la malnutrición en las madres gestantes y recién nacidos.

#### Recomendaciones

1. Monitorear el proceso de Gestión del proyecto que tiene las etapas de planificación, ejecución, resultados.
2. Contar con los equipos completos enviados por la IAEA, en coordinación y apoyo permanente del personal profesional del IPEN en el plazo indicado para prevenir los retrasos en la recolección de datos.

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

*Coordinadores del Proyecto: Representante del Instituto Regional de Enfermedades Neoplásicas (IREN) Centro; y Representante del Instituto Regional de Enfermedades Neoplásicas (IREN) Sur*

#### Resultados obtenidos:

1. Evento “Regional Training Course on 2D and 3D Brachytherapy”, realizado en Río de Janeiro - Brasil, del 27 al 31 de mayo de 2024, con la participación de: Javier Luis Ballón



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

- Estacio (TN-RLA6090-2400459) y Juan Carlos Arzapalo Porras (TN-RLA6090-2400459).
2. Evento “Regional Training Course on Advance in Radiotherapy in Cervical Cancer”, realizado en la ciudad de Guatemala, del 21 al 25 de octubre de 2024, con la participación de: José Fernando Robles Días (TN-RLA6090-2402571) y Eduardo Jesús Ocampo Díaz (TN-RLA6090-2402571).
  3. Afianzamiento de conocimiento en Braquiterapia, por el proyecto TN-RLA6090-2400459, con la capacitación realizada por el IREN CENTRO, fecha del 27 al 31 de mayo. Los 20 participantes del curso, lograron afianzar conceptos de volúmenes en braquiterapia, se implementó el procedimiento delimitación de CTV en braquiterapia.
  4. Mejoramiento de la calidad de atención en cáncer de cuello uterino, a través del proyecto TN-RLA6090-2402571. Los beneficiados son:

Tabla: Datos de beneficio por la institución

<b>Institución</b>	<b>Objetivo logrado</b>	<b>Procedimientos implementados</b>	<b>Número</b>
IREN CENTRO	Mejorar la calidad de atención.	Disminuyendo el tiempo de prostracción a menos de 50 días	40 mujeres
	Implementar la braquiterapia híbrida	Se implementó desde noviembre del 2024	12
	Implementar el hipofraccionamiento en casos seleccionados	Se implementó desde enero del 2025	3
IREN SUR	Implementar el hipofraccionamiento en casos seleccionados	Se implementó desde enero del 2025	3

5. Mejoría en la calidad de atención para pacientes con cáncer de cuello uterino en regiones del Perú.
6. Reducción del tiempo de prostracción del tratamiento oncológico a menos de 50 días.
7. Implementación de los conceptos de volúmenes en braquiterapia para cáncer de cuello uterino.
8. Incorporación del hipofraccionamiento en casos seleccionados.
9. Aplicación de la técnica de braquiterapia híbrida en cáncer de cuello uterino.



## **(10)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)**

*Coordinadores del Proyecto: Angel Montes Osorio y Nilton Inga Infanzón, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)*

### Principales resultados:

- Plan de monitoreo en humedales costeros con impacto antropogénico, tomando en consideración ensayos de identificación morfológica y molecular de cianobacterias; así como, la determinación de parámetros fisicoquímicos.
- Capacitación técnica en aislamiento e identificación de cianobacterias por microscopía, y técnicas de biología molecular (1), determinación del Índice de estado Trófico en cuerpo de agua impactados (1), técnicas de determinación de isótopos estables en aguas (3) y determinación de microcistinas en muestras de agua (1). En total 6 personas.
- Puesta en marcha de técnicas de identificación molecular de cianobacterias con potencial toxigénico, así como el desarrollo de estrategias para cumplir con los objetivos del proyecto. Este resultado fue impulsado por la visión de experto del OIEA.
- Desarrollo de trabajos de tesis: “Identificación de potenciales genes homólogos luxr asociados al sistema quorum-sensing en *Microcystis aeruginosa*” a cargo de la investigadora Ana Paula Blanco Ortiz, egresada de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Resultados nacionales enfocados principalmente en la componente de identificación taxonómica de cianobacterias mediante técnicas de biología molecular.

### Obstáculos, limitaciones y desafíos encontrados:

- Inestabilidad política e inseguridad ciudadana, lo cual impide cumplir con programas de monitoreo y garantizar la integridad del equipo de trabajo.
- Dificultades administrativas para establecer convenios de colaboración con: Organismos gubernamentales con capacidad de establecer políticas de gestión e Institutos de investigación.
- Limitaciones económicas para acceder a compras de insumos, equipos y servicios (Determinación de Isótopos estables, aislamiento y cultivo de cepas, parámetros fisicoquímicos y determinación de microcistinas)
- Déficit de personal, insumos y equipamiento para desarrollar actividades que conlleven al logro de los objetivos del proyecto.
- Limitaciones de personal y presupuesto para lograr resultados en la Determinación de Isótopos estables, aislamiento y cultivo de cepas, parámetros fisicoquímicos y determinación de microcistinas.
- Necesidad de servicios de secuenciación metagenómico y genómico a partir del material genético obtenido de las muestras de aguas y de aislados.
- Necesidad de capacidades en análisis bioinformático de datos de secuencias de ADN.



Medidas correctivas para la adecuada ejecución del proyecto:

- Establecer convenios inter-institucionales donde se planteen compromisos claros que permitan la consecución de los objetivos.
- Suministro de insumos para actividades como (Determinación de Isotopos estables, aislamiento y cultivo de cepas, parámetros fisicoquímicos y determinación de microcistinas).
- Ejecución de presupuesto institucional mediante compras de necesidad inmediata y urgente, dentro de un sistema de salud pública.
- Para contrarrestar el déficit de personal técnico, se establecieron convocatorias dirigidas a jóvenes investigadores para el desarrollo de tesis.
- Implementación de cursos de análisis bioinformático para los datos de secuencias de ADN de cepas y ADN metagenómico.

### **(11) RLA0073 Fortalecimiento de la igualdad de género en las instituciones nucleares nacionales (ARCAL CXCVI)**

*Coordinadoras del Proyecto: Presidenta WIN PERU; y Lourdes Zegarra Mayo, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)*

Resultados:

- Formalización de la presencia de WiN Perú en plataformas internacionales.
- Creación y fortalecimiento de redes de colaboración regionales.
- Organización y difusión de eventos y oportunidades de capacitación para mujeres en el sector nuclear.
- Desarrollo de boletines informativos con las actividades realizadas por WiN Perú.
- Difusión de información para erradicar mitos sobre el uso de tecnologías nucleares.
- Entrega de constancias a las integrantes de WiN Perú.
- Se ha cumplido con enviar todo lo solicitado por WiN Global, incluyendo la difusión de actividades y reportes anuales.



Dificultades y Problemas:

- Falta de coordinación inicial con la contraparte ARCAL, la cual se ha venido mejorando a través de reuniones periódicas.
- Limitaciones en la difusión de información debido a la falta de acceso a canales oficiales de otras instituciones.
- Desafíos en la incorporación de nuevas integrantes en ciertas regiones del país.



Soluciones Implementadas:

- Establecimiento de reuniones regulares con ARCAL para fortalecer la colaboración.
- Propuesta de trabajar en conjunto con el IPEN y otras instituciones para mejorar la difusión.
- Creación de estrategias para incrementar la participación de mujeres en el área nuclear a través de mentorías y eventos académicos.

Planes a Futuro:

- Consolidar los grupos temáticos de WiN Global dentro de WiN Perú.
- Organizar un evento académico anual para la integración de las integrantes.
- Continuar con la difusión de oportunidades de capacitación y perfeccionamiento.
- Realizar actividades especiales por el Día de la Mujer y la Niña en la Ciencia (11F) y el Día de la Mujer (8M).

**(12) RLA1023 Fortalecimiento de la capacidad técnica para utilizar la tecnología de la radiación en el tratamiento de aguas residuales (ARCAL CXCI)**

*Coordinadores del Proyecto: Representante de SEDAPAL; y Mónica Vivanco Montoya, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)*

El proyecto RLA1023 “Fortalecimiento de la capacidad técnica para utilizar la tecnología de la radiación en el tratamiento de aguas residuales (ARCAL CXCI)” fue aprobado por el Organismo Internacional de Energía Atómica para el periodo 2024-2025.

Este proyecto tiene como objetivo contribuir a la mejora de la calidad del agua aumentando la efectividad del tratamiento de aguas residuales mediante tecnología de radiación.

En 2024, el Perú participó en la Primera Reunión de Coordinación del proyecto, realizada en Viena, Austria, del 25 al 28 de marzo de 2024. El evento permitió discutir mecanismos de asistencia; compartir experiencias en tecnología de radiación considerando los retos actuales más importantes, en especial en el tratamiento de aguas residuales; discutir el estado actual y desafíos de cada Estado Miembro adherido al proyecto con relación al tratamiento de aguas residuales; compartir los principales retos y necesidades comunes en la región para abordarlos en el proyecto; analizar las actividades que serán desarrolladas durante el 2024 y 2025, así como las nuevas iniciativas que se proponen para fortalecer el plan de trabajo del proyecto; y considerar los enfoques nacionales sobre la introducción de tecnología de radiación en el tratamiento de contaminantes emergentes, incluida la armonización regulatoria y la cooperación regional.



Los representantes de cada país realizaron presentaciones sobre diversos temas, entre ellos: prospección de los contaminantes más importantes, identificación de los principales contaminantes, información sobre la legislación, tecnologías de tratamiento convencionales, caracterización físico-química y dimensionamiento, volúmenes, métodos analíticos, y tratamiento con radiación ionizante.

Estas presentaciones permitieron comprender la situación actual de cada país y la identificación del sector generador del efluente, así como identificar los principales retos que enfrentan a los cuales se enfrentan la mayoría de las instituciones de la región. Además, facilitaron el intercambio de buenas prácticas y discusiones sobre cómo abordar el proyecto de manera efectiva.

Sin embargo, en 2024 se presentaron dificultades que afectaron el desarrollo normal de las actividades del proyecto RLA1023, entre ellas cambios en las autoridades en el IPEN, el cambio de la contraparte del proyecto y limitaciones de personal y presupuesto.

Para 2025, se retomarán las coordinaciones con las instituciones que formarán parte de las actividades del proyecto, considerando que su participación es fundamental para demostrar las bondades de la tecnología de irradiación. Cabe mencionar que el IPEN cuenta con un equipo irradiador autoblandado categoría 1, el cual permitirá realizar pruebas de irradiación en muestras de aguas residuales para eliminar microorganismos patógenos causantes de muchas enfermedades.

### **(13) RLA5090 Mejorar la productividad agrícola mediante mejores prácticas agrícolas y una mayor variedad (ARCAL CXCII)**

*Coordinadores del Proyecto: Sady García Bendejú y Elizabeth Heros Aguilar, Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)*

En el presente proyecto se eligió trabajar con productores de papa nativa. La producción de papa nativa es una actividad de creciente interés por parte de los agricultores de los andes centrales y del sur de nuestro país. La difusión de la diversidad y cualidades de las papas nativas a través de ferias e instituciones gastronómicas ha incrementado su consumo en la última década. Las papas nativas, sin embargo, se han incorporado lentamente a las cadenas de industrialización, como la producción de snacks, que podrían incrementar la exportación, principalmente por la irregularidad en la forma y tamaño de los tubérculos, que dificulta el corte.

En el presente proyecto, se espera difundir algunas estrategias de agricultura climáticamente inteligente para la optimización y mejora de la sostenibilidad de la producción de papa nativa. Algunas estrategias fueron desarrolladas en proyectos previos como el desarrollo de mutantes obtenidos por irradiación gamma, así como la fertilización optimizada a partir del uso de la técnica de dilución isotópica del <sup>15</sup>N.

La distancia desde la Universidad Nacional Agraria La Molina hasta la comunidad es un desafío, ya que deben gestionarse recursos para la movilidad del equipo técnico para la instalación de



parcelas demostrativas. El organismo internacional de energía atómica ha comprometido fondos adicionales para la instalación de parcelas demostrativas. Asimismo, dado que la producción de papa es marcadamente estacional, la campaña de siembras inicia con la llegada de las lluvias, por lo que las siembras están programadas para agosto - septiembre del 2025.

**(14) RLA5091 Fortalecimiento de los programas de monitoreo de residuos de plaguicidas y micotoxinas en alimentos mediante el establecimiento de un programa de pruebas de competencia en laboratorios oficiales (ARCAL CXCIV)**

*Coordinadoras del Proyecto: Ana Ramos Moreno, Miriam Tames Aponte y Carmen Verónica Chávez Felix, Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)*

Resultados

El proyecto recién inicio sus actividades de coordinación en junio del 2024 con la reunión de coordinación de los países participantes en Bogota-Colombia , por ello SENASA a través del Centro de Control de Insumos y Residuos Tóxicos (UCCIRT) ha podido definir y organizar su plan de actividades, el logros obtenidos hasta el momento es básicamente la sensibilización al personal involucrado en relación a la implementación de los ensayos de aptitud en residuos de plaguicidas y micotoxinas , creemos que servirá para que el laboratorio de la UCCIRT en un futuro sea un organizador de ensayos de aptitud y de esta manera poder controlar a los laboratorios privados que forman parte de la red de laboratorios ensayo de alimentos agropecuarios primarios y piensos Autorizados por convenio por el SENASA.

Dificultades y problemas:

La dificultad que se tuvo fue en relación a la participación de los cursos virtuales, ya que los cupos fueron limitados a 1 o 2 personas y al ser un equipo de especialistas del SENASA y INACAL es insuficiente, corriendo el riesgo de no poder concretar porque existe mucha expectativa y no podemos alcanzar a todos los profesionales, solo pediríamos que puedan participar más personas.

**(15) RLA5092 Mejora de la capacidad regional para la adopción de la técnica de los insectos estériles (TIE) como componente del programa de control de mosquitos (ARCAL CLXXXVII)**

*Coordinadores del Proyecto: Edwin Requena Zúñiga y Jesús Pinto Caballero, Instituto Nacional de Salud (INS)*

**Diseño del protocolo para la línea de base entomológica y ensayos de marcaje, liberación y recaptura de mosquitos *Aedes aegypti*.**

Derivado del Curso Regional de Capacitación en Montevideo (IAEA TN-RLA5092-2400288: Regional Training Course in Montevideo, Uruguay (24-28 de junio 2024), se propuso la elaboración de un protocolo técnico para la implementación de los ensayos iniciales de la TIE en el país.



El protocolo debe incluir:

- Metodología para la línea de base entomológica, enfocada en el monitoreo de densidad poblacional de *Aedes*, en el sitio piloto (distrito de Ventanilla).
- Diseño del ensayo de marcaje, liberación y recaptura, con el objetivo de evaluar la supervivencia, dispersión y competitividad de los machos estériles liberados.
- Consideraciones logísticas y operativas para la correcta ejecución de los ensayos en campo.

La aplicación de este protocolo permitirá generar datos importantes para la validación de la TIE para la prueba piloto local, facilitando la planificación de intervenciones tomando la TIE como una herramienta dentro de un plan de manejo integrado.

Estos resultados reflejan avances significativos en la adopción de la TIE en el país, tanto en el ámbito de la comunicación y sensibilización como en el desarrollo de capacidades técnicas para la implementación de ensayos de supresión de poblaciones de *Aedes*. No obstante, es necesario recabar información con respecto a la solicitud de los permisos respectivos, ante las autoridades competentes, para la liberación de mosquitos irradiados en el sitio de liberación (por ejemplo, para el estudio MRR).

## **(16)RLA6092 Fortalecimiento del uso de técnicas avanzadas y esquemas de hipofraccionamiento de radioterapia en los países de la región (ARCAL CLXXXVIII)**

*Coordinadoras del Proyecto: Paola Fuentes Rivera Carmelo y Adela Heredia Zelaya, Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN)*

### Resultados

#### **1. Fortalecimiento de la capacidad técnica nacional:**

- Se logró capacitar a profesionales peruanos en técnicas avanzadas de radioterapia (VMAT e IGRT) en el MD Anderson Cancer Center, una institución de prestigio mundial. Esta formación permite implementar nuevas y mejores técnicas de tratamiento que benefician directamente a los pacientes oncológicos.
- El conocimiento adquirido se multiplicó mediante réplicas de la capacitación en instituciones locales (INEN y Hospital Goyeneche), ampliando así el impacto de la formación recibida.



**2. Mejora en la gestión administrativa de los servicios de radioterapia:**

- La capacitación de personal administrativo en aspectos específicos de la gestión de servicios de radioterapia permite optimizar recursos y mejorar la eficiencia en la atención a pacientes oncológicos.
- Se ha fortalecido la visión integral del servicio, incorporando la perspectiva de gestión al conocimiento técnico existente.

**3. Posicionamiento de Perú como líder regional en radioterapia:**

- La designación de Perú como país coordinador del proyecto RLA 6092 demuestra el reconocimiento internacional a la experiencia y capacidad técnica del país en el campo de la radioterapia oncológica.
- La organización exitosa de la Primera Reunión de Coordinación en Lima consolidó este liderazgo y permitió mostrar las capacidades técnicas del INEN e IPEN a los representantes de los países de la región.

**4. Elaboración de diagnóstico regional sobre hipofraccionamiento:**

- Se completó el primer diagnóstico regional sobre el estado actual del hipofraccionamiento y técnicas avanzadas en radioterapia en América Latina y el Caribe, identificando brechas y oportunidades de mejora.
- Este diagnóstico servirá como base para el diseño de estrategias específicas adaptadas a la realidad regional.

**5. Difusión científica y visibilidad internacional:**

- Se logró presentar el proyecto y sus avances iniciales en el Congreso de ALATRO, aumentando la visibilidad del trabajo realizado y permitiendo compartir experiencias con la comunidad científica internacional.
- Se establecieron las bases para futuras publicaciones científicas que documentarán los resultados del proyecto.

**6. Fortalecimiento de redes de colaboración regional:**

- Se consolidó una red de colaboración entre profesionales de radioterapia de 17 países de América Latina y el Caribe, facilitando el intercambio de experiencias y conocimientos.
- Se establecieron mecanismos de comunicación y coordinación efectivos entre las contrapartes de los diferentes países.

**7. Captación de recursos adicionales para el proyecto:**

- Se logró una donación adicional de 120,000 EUR por parte de España, lo que permitirá ampliar el alcance de las actividades programadas y asegurar un mayor impacto del proyecto.



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

Figura: Notas de prensa del INEN, en la difusión de reunión de Hipofraccionamiento en radioterapia.

**NOTINEN** 22 DE MARZO 2024 | EDICIÓN FN-0029

**MÉDICOS RADIONCÓLOGOS DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE SE REUNEN PARA ABORDAR TÉCNICAS DE HIPOFRACCIONAMIENTO DE RADIOTERAPIA**

La reunión dirigida por el Departamento de Radioterapia tuvo como objetivo debatir y examinar el plan de trabajo del proyecto, así como acordar la ejecución de actividades.

El Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN) en conjunto con el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) organizaron del 18 al 22 de marzo del presente año la primera reunión de coordinación y ejecución de actividades del proyecto RIA 6092 "Fuerza del uso de técnicas avanzadas y esquemas de hipofraccionamiento de radioterapia en los países de la región (ARCAL, CLXXXIV)".

Es preciso señalar, que el año pasado dicho proyecto fue presentado por el Departamento de Radioterapia del INEN a la OIEA, quienes evaluaron el trabajo y otorgaron formalmente la conculción del mismo.

En la primera reunión ejecutada y financiada por Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y Tecnología Nucleares en América Latina y El Caribe (ARCAL) se aprobó el programa de cooperación técnica 2024 - 2025, liderado por la Dra. Paola Fuentes Rivera, directora ejecutiva del Departamento de Radioterapia y la Dra. Adela Heredia Zelazo, sub jefa institucional del INEN.

Es así que médicos radioncólogos de América Latina y El Caribe han venido realizando diferentes mesas de trabajo a fin de implementar y fortalecer las técnicas de hipofraccionamiento que permiten tratar un mayor número de pacientes oncológicos reduciendo los tiempos de atención, que culminaron el viernes 22 de marzo de manera satisfactoria.

Cabe indicar que de los 23 países miembros del ARCAL participaron en esta primera reunión: Argentina, Bolivia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Chile, Uruguay, Venezuela y Perú.

OFICINA DE COMUNICACIONES

Figura: Nota de prensa del INEN. Transferencia de conocimiento de la delegación de médicos Radioncólogos de ARCAL.

**NOTINEN** 22 DE MARZO 2024 | EDICIÓN FN-0030

**ESPECIALISTAS DEL INEN COMPARTEN CONOCIMIENTOS Y EXPERIENCIAS CON DELEGACIÓN DE MÉDICOS RADIONCÓLOGOS DE ARCAL**

Médicos radioncólogos del Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción recorrieron instalaciones del INEN para conocer técnicas de radioterapia y casos clínicos.

Con la finalidad de compartir conocimientos médicos sobre patologías oncológicas relacionadas al tratamiento de radioterapia, el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN) recibió la visita de una delegación de médicos radioncólogos pertenecientes al Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de Ciencia y Tecnología Nucleares en América Latina y El Caribe (ARCAL).

Dicho encuentro se desarrolló en el marco del proyecto RIA 6092 "Fuerza del uso de técnicas avanzadas y esquemas de hipofraccionamiento de la radioterapia en los países de la región (ARCAL, CLXXXIV)".

Es así que, los especialistas acudieron al INEN motivados por conocer técnicas de radioterapia, braquiterapia, así como casos clínicos, radiocirugía (SBRT/MAM), tumores de la zona neurológica, tratamientos, procesos de simulación hasta la irradiación del paciente, entre otros, a fin de replicar y realizar prácticas de las planificaciones de los tratamientos de radioterapia en sus instituciones.

Por otro lado, una vez culminado el recorrido se dirigieron al Auditorio Principal donde se realizaron exposiciones de casos clínicos de hipofraccionamiento estereotaxico en cabeza del Dr. Luis Diamante y planificación en técnica Lattice por el Dr. Juan Manuel Trigo. Asimismo, cabe mencionar que, el hipofraccionamiento son tratamientos de radioterapia que permiten tratar a un mayor número de pacientes oncológicos, reduciendo el tiempo de atención.

La actividad contó con la presencia del Dr. Francisco Barrospi Espinoza, jefe institucional del INEN, Dra. Adela Heredia Zelazo, sub jefa institucional, Dra. Paola Fuentes Rivera responsable del proyecto como contraparte líder y directora ejecutiva del Departamento de Radioterapia.

OFICINA DE COMUNICACIONES



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

Figura: En el marco del proyecto ARCAL de radioterapia, se realizó el curso de Radioterapia volumétrica Modular de Arco y Radioterapia Guiada por imágenes en MD Anderson Cancer Center.



Figura: Publicación en congreso ALATRO, la cual se realizó con las contrapartes



## (17)RLA6093 Fortalecimiento de capacidades regionales sobre el uso de técnicas de medicina nuclear en un enfoque multimodal de cardiooncología en pacientes con cáncer (ARCAL CXCIII)

Coordinadores del Proyecto: Aurelio Mendoza Paulini, Instituto Nacional Cardiovascular (INCOR) y Julio Mamani Tito, Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins (HNERM)

Como aporte a la participación en el proyecto formamos parte de la Co-autoría del artículo “How international organizations can support the development of cardio-oncology in the Latin American and the Caribbean region” publicada en la European Heart Journal (2024) 2 1-3 (anexo

**ESC** European Society of Cardiology  
European Heart Journal - Imaging Methods and Practice (2024) 2, 1–3  
https://doi.org/10.1093/ehjimg/qia005

**SHORT REPORT**

### How international organizations can support the development of cardio-oncology in the Latin American and the Caribbean region

Amalia Peix<sup>1</sup>, Manuel Bazan<sup>2</sup>, Jorge E. Aguiar<sup>1</sup>, Jesus Sanchez<sup>3</sup>, Enrique Estrada<sup>4</sup>, Aurelio Mendoza<sup>2,5\*</sup>, and Diana Paez<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Nuclear Medicine Department, Institute of Cardiology and Cardiovascular Surgery, Havana, Cuba  
<sup>2</sup>Cardiooncology Section, Institute of Oncology and Radiotherapy, Havana, Cuba  
<sup>3</sup>Statistics Department, Institute of Cybernetics, Mathematics and Physics, Havana, Cuba  
<sup>4</sup>Nuclear Medicine and Diagnostic Imaging Section, Division of Human Health, Department of Nuclear Science and Applications, International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria  
<sup>5</sup>Nuclear Medicine Department, National Cardiovascular Institute INCOR, Jr. Coronel Zaldívar 417 Jesús María, Lima, Peru

Received 28 December 2023; accepted after revision 25 January 2024; online published ahead of print 14 February 2024

**Abstract**  
Health problems in the Latin American and the Caribbean (LAC) region are highly concentrated on non-communicable diseases, being cardiovascular diseases (CVDs) and cancer the leading causes of death. Different countries of the region are at different stages of development in addressing CVDs and cancer. Opportunities for training and continuing education in cardio-oncology, as well as active cardio-oncology groups, are primarily limited to large academic institutions in major metropolitan areas. In addition, the development of advanced imaging modalities in LAC faces challenges such as the high cost of equipment, a lack of equipment maintenance and service, as well as insufficient specific training for both imaging specialists and referring clinicians. To contribute to the implementation of actionable strategies ensuring equitable access to care for all, international organizations, such as the International Atomic Energy Agency (IAEA), offer support for the regional development of health projects that address educational needs. In this context, a new IAEA regional cooperation project for LAC titled ‘Strengthening of regional capacities on the use of Nuclear Medicine techniques in a Cardio-oncology multimodality approach in patients with cancer’ will be developed during 2024–2025. The experience of some centres, as well as national experiences in certain countries of the region, that have been previously involved in other regional projects, can be leveraged for the benefit of the entire region. We present a proposed road map for cross-institutional/countries collaboration in the development of cardio-oncology in the LAC region, contributing to decreasing the barriers to the growth of the subspecialty.

**Keywords** cardio-oncology • cardiotoxicity • LAC • multimodality imaging

Health problems in the Latin American and the Caribbean (LAC) region are highly concentrated on non-communicable diseases (NCDs). Increased life expectancy, with a delayed epidemiological transition from communicable to NCDs, as well as factors such as globalization, urbanization, increase of diabetes mellitus, obesity, and physical inactivity, contribute to cardiovascular diseases (CVDs) being the leading cause of death in the region in 2019, 2.0 million people died from CVDs<sup>1</sup>. On the other hand, cancer is the second leading cause of mortality. In 2019, cancer caused 1.4 million deaths,<sup>2</sup> of all NCD deaths, 35% occurred prematurely in people aged 30 to 70, with cardiovascular diseases and cancer combined accounting for 65% of total premature deaths.<sup>3</sup> Although the burden of NCDs is a global health issue, it is essential to recognize that it represents a particularly heavy load (both socially and economically) for low- and middle-income countries (LMICs). Thus, NCDs constitute a big hurdle to development and poverty mitigation in these LMICs and are considered as part of the United Nations sustainable development agenda. In addition, COVID has influenced the progression of some NCDs, leading to a significant delay in the diagnosis and treatment of these

\* Corresponding author. E-mail: amendoza@incor.com  
© The Author(s) 2024. Published by Oxford University Press on behalf of the European Society of Cardiology. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted reuse, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Hemos contactado con el experto el doctor Claudio Tinoco Mesquita de la universidad Fluminense de Brasil quien nos visitará en la segunda semana de Agosto del 2025 donde desarrollaremos un curso de tres días y dos días en los centros más importantes de enfermedades oncológicas por un lado el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas y el otro el Hospital Edgardo Rebagliati Martinsn que reúnen el mayor número de pacientes oncológicos.

Nuestro compromiso será continuar con la difusión del tema a través de las redes sociales para poder dar las pautas en el correcto uso de las técnicas nucleares en el paciente oncológico con riesgo de cardiotoxicidad.



**(18)RLA7028 Fortalecimiento de las capacidades regionales sobre la aplicación de técnicas nucleares e isotópicas para aumentar el conocimiento sobre los factores estresantes que afectan la gestión sostenible marina y costera (ARCAL CLXXXIX)**

*Coordinadores del Proyecto: Michelle Graco, Instituto del Mar del Perú (IMARPE); y Juan Agapito Panta, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)*

En el año 2024 se trabajó en las diferentes líneas de investigación del proyecto. En el componente de acidificación, el Perú realizó el reporte del indicador ODS 14.3.1 Acidez del Mar, presentando datos en la base global de Unesco. Este reporte contribuye a la región y a nivel global presentando información de la estación representativa frente a Perú - Callao (<https://oa.iode.org/>). Asimismo, en forma mensual se realizan reuniones del componente y se ha realizado la contribución a documentos para tomadores de decisión que se presentarán en el año 2025.

En el componente de microplásticos, el Perú participó del 11 al 15 de noviembre de 2024 en una capacitación en Mar del Plata relacionada con la armonización del Monitoreo de Microplásticos en Playas. De esta forma, el Perú implementará protocolos armonizados que permitirán la comparación regional. Las reuniones del componente se desarrollan en forma mensual e igualmente se están implementando cafés científicos. Asimismo, el Perú participó en el comité de selección de la beca de 6 meses para el entrenamiento de análisis de microplásticos menor a 300 micras. Igualmente, se ha presentado un trabajo para la reunión de OUR OCEAN a realizarse en Niza a inicios de junio del 2025.

En el componente de Mareas Rojas, durante el año 2024 se discutieron diferentes temas a través de reuniones mensuales, donde se definieron: i) la implementación de un perfil costero para los estudios de mareas rojas al norte del litoral peruano en la bahía Sechura (04°S), a cargo del Laboratorio Costero de Santa Rosa. ii) Se propuso la generación de publicaciones regionales en base a información sobre la presencia de especies tóxicas y toxinas de la base de datos del HAEDAT – COI. iii) Apoyo a profesionales para lo cual se estructuró el grupo de trabajo, designándose a los coordinadores del grupo regional. Los participantes estructuraron diversas actividades entre las cuales está la capacitación taxonómica. Hacia finales del 2027, se espera mejorar los laboratorios operacionales que puedan identificar especies por técnicas moleculares y determinar toxinas.

Por su parte, a través de IPEN se continuó analizando muestras mediante el uso de técnicas nucleares e isotópicas, como la espectrometría alfa y gamma, y otras como activación neutrónica y FRX, a fin de determinar la composición. El aspecto de datación lamentablemente se ha retrasado a nivel regional por falta del trazador de polonio, aspecto que está siendo revisado por el OIEA a para poder proveer a la región.

Durante el 2024, El OIEA notificó la compra del ATR-FTIR para Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Honduras, México, Nicaragua, Perú y Venezuela enfocado en análisis de microplásticos.



## **(19)RLA7029 Mejora de las capacidades regionales para evaluar la disponibilidad y calidad del agua dulce mediante técnicas de hidrología isotópica (ARCAL CXCIV)**

*Coordinadores del Proyecto: Nilton Inga Infanzón, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN); y Representante de la Autoridad Nacional del Agua (ANA)*

### Implementación del proyecto

Durante la fase de planificación e implementación del proyecto, se identificaron y abordaron riesgos que podrían afectar su desarrollo. Como parte del seguimiento, riesgos críticos se materializaron.

El proyecto experimentó cambios en su fase inicial con la sustitución del DTM, contrapartes y el PMO. Aunque la experiencia del nuevo PMO y de los oficiales técnicos (TO) contribuyó a mitigar los riesgos asociados a estos cambios, la ausencia de un DTM que estableciera herramientas de comunicación y apoyo como enlace entre las contrapartes afectó la coordinación regional y nacional del proyecto.

### Coordinación Interinstitucional y Gestión del Proyecto

Se creó preliminarmente un equipo nacional para establecer una línea base de capacidades y brechas de información. Sin embargo, la efectividad de estos equipos depende del grado de compromiso y participación activa de los actores clave.

### Desarrollo de Capacidades en Técnicas Isotópicas

- a) Relevancia de la formación continua: La capacitación en técnicas isotópicas ha fortalecido las capacidades nacionales, pero se necesita implementar programas de formación práctica, especialmente en análisis de datos y modelado hidrológico.
- b) Inclusión de nuevas tecnologías: La formación en gases nobles y radón en el campo de la hidrología ha diversificado las metodologías aplicadas; sin embargo, se requiere un mayor acceso a equipos especializados para consolidar estas técnicas.

### Fortalecimiento de Laboratorios en Hidroquímica e Hidrología Isotópica

- a) Desafíos en la adquisición de equipos: La provisión de equipamiento permite mejorar las capacidades analíticas de los laboratorios, pero los procesos de adquisición enfrentan retrasos debido a disponibilidad de financiamiento.
- b) Estandarización de metodologías: El desarrollo de documentos técnicos para la armonización sería un avance significativo, pero también se recomienda promover ejercicios de intercomparación periódicos para garantizar la calidad de los análisis.



## 4. IMPACTOS

A continuación, se detallan los principales impactos de los proyectos ARCAL en los que participó el Perú en el año 2024:

### **(2)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)**

*Coordinadores del Proyecto: Javier Gago Campusano, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN); y Mary Flor Césare Coral, Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)*

El proyecto RLA 1020 tiene un impacto significativo en el desarrollo sostenible del país, abordando la problemática ambiental y promoviendo la economía circular. Entre los principales beneficios destacan:

- Reducción de residuos sólidos: La reutilización de plásticos y residuos de madera contribuye a disminuir la contaminación ambiental.
- Innovación tecnológica: La aplicación de radiación en polímeros mejora las propiedades de los materiales, facilitando su uso en aplicaciones industriales.
- Fortalecimiento de capacidades locales: La colaboración con instituciones académicas y científicas impulsa la formación de recursos humanos especializados.
- Sostenibilidad económica: El desarrollo de nuevos materiales reciclados abre oportunidades para la industria y fomenta la inversión en tecnologías limpias.
- Contribución a políticas públicas: Los resultados del proyecto pueden servir como base para normativas sobre reciclaje y gestión de residuos.

Este proyecto representa un avance significativo en la investigación y aplicación de tecnologías innovadoras para la valorización de residuos y la mitigación del impacto ambiental, alineándose con las estrategias de economía circular y sostenibilidad.

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

*Coordinadora del Proyecto: Katherine Portilla Jarufe, Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)*

Este proyecto busca mejorar la capacidad diagnóstica y de respuesta ante un potencial brote de una enfermedad zoonótica prioritaria, ya que pretende fortalecer metodologías diagnósticas claves, brindar capacitaciones y recomendaciones para la implementación, validación o aseguramiento de la validez de resultados localmente.

Considerando que desde el año 2022 ingresó al Perú el virus de la Influenza aviar -IA de alta patogenicidad, se requiere contar con las técnicas diagnósticas actualizadas y validadas contra esta enfermedad para la toma de decisiones oportunas. Así como la realización de trabajos de epidemiología molecular que servirán para detectar alguna variación del virus de IA circulante



en nuestro país, considerando adicionalmente que esta enfermedad es un riesgo potencial en la salud pública.

Una emergencia sanitaria limita la ejecución de otras actividades, pues debes priorizar el uso de los recursos humanos y presupuestales. En el año 2022-2023, la emergencia sanitaria por Influenza aviar comprometió a los sistemas sanitarios gubernamentales así como a la industria avícola por lo que existe la necesidad latente de aplicación de nuevas tecnologías de vanguardia como el secuenciamiento genómico para poder dar soporte al diagnóstico de enfermedades prioritarias y zoonóticas, así como a los estudios epidemiológicos en relación a patógenos de importancia en sanidad animal especialmente con potencial pandémico.

En el 2025, se tiene previsto obtener la acreditación de cinco (05) métodos de ensayo bajo la Norma ISO 17025 para las enfermedades priorizadas por el proyecto.

Este objetivo representa un paso importante hacia la mejora continua de nuestros procesos y servicios, alineándose con los más altos estándares internacionales de calidad y competencia técnica. Estamos comprometidos con alcanzar este logro y con seguir fortaleciendo la labor del SENASA en beneficio de la salud animal y la inocuidad agroalimentaria.

#### **(4)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)**

*Coordinadora del Proyecto: Nieves Sandoval Chaupe, Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM)*

Para los estudios de variabilidad genética de peces como las truchas, se ha estandarizado el uso de aletas dorsales como muestra idónea. Se han obtenido hasta diciembre del presente año 315 muestras de aletas, por SANIPES, las que serán entregadas a la Facultad de Medicina Veterinaria de la UNMSM para la extracción de DNA y ser remitidas a Austria para continuar con los estudios y compromisos del proyecto Arcal 5086.

El evento comprometido a realizarse en Marzo por Perú como objetivo del proyecto ARCAL RLA 5086, fue un éxito, los expertos como los participantes de los diferentes países mencionaron que estuvo muy bien organizado, tuvimos todo el apoyo de la AIEA ante la solicitud de las necesidades para ejecutar el evento. Hasta el momento, en todas las prácticas o eventos donde ha participado Perú relacionado al proyecto ARCAL 5086 han sido de muy buena calidad y prolija organización, no habiendo ninguna queja o dificultad por adquirir los conocimientos o participación o llegada al destino del evento. El equipo asignado para cada uno de los objetivos del proyecto a realizar de la Agencia Internacional de Energía Atómica han trabajado con los países hospedadores de manera muy ardua y todo está mínimamente controlado y las comisiones para este efecto nos han dado su apoyo en la parte técnica como en la parte logística y otros. Así mismo, es importante mencionar los enlaces de ARCAL- Perú a través del IPEN también nos han apoyado muy eficientemente, hay una preocupación constante a través de mensajes, llamadas, comunicaciones por correo o whatsapp para estar al tanto de los eventos publicados



como también identificar posibles dificultades para la participación o cumplimiento de entregables. Por otro lado, incluso apoyo en cada paso de uso plataforma intouch haciendo que el proceso de selección de los participantes se concluya exitosamente

- Se preparó un proyecto para ser concursado y obtener el financiamiento de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), B2410005m “DESARROLLO DE CULTIVO DE LÍNEAS CELULARES DE PECES PARA EL AISLAMIENTO DE VIRUS QUE IMPACTAN LA SALUD DE TRUCHAS ARCOÍRIS Y OTRAS ESPECIES ACUÍCOLAS DEL PERÚ”

Se ganó y obtuvimos 500,000 soles para realizar. la compra de materiales que permitan cumplir con los objetivos del proyecto y de esta manera poder apoyar con algunos recursos para las extracciones de las muestras para el proyecto ARCAL 5086, así como estandarizar el uso de cultivo celular de peces y poder aislar el virus de IPN y otros posibles virus que nos permitan no solo determinarlos sino también estudiarlos genómicamente, multiplicarlos para efectos de continuar investigándolos como también reproducirlos para usarlo en la generación de métodos preventivos como la producción de vacunas.

Personal de SANIPES, muestreó dentro de sus programas de vigilancia otra cantidad de muestras para poder cumplir con el tamaño muestral solicitado en Seibeldorf. Se ha obtenido hasta diciembre aproximadamente 310 muestras de Perú de truchas vivas en condiciones naturales y de brote, para el estudio de Genotipado de todas las muestras utilizando una matriz de 57K (con el apoyo de Cooperación Técnica del OIEA y laboratorios de Seibersdorf). Así mismo, SANIPES y la UNMSM han aportado con personal y recursos de cada institución como transporte.

### **(5)RLA5087 Validación de la técnica del insecto estéril para el control de la mosca sudamericana de la fruta (ARCAL CLXXVI)**

*Coordinador del Proyecto: Edgardo Ortiz Carpio, Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)*

Las actividades del proyecto RLA5087 en Perú han tenido un impacto positivo en varios aspectos:

1. **Sanidad Vegetal:** La implementación de la TIE y la estabilización de la cepa de sexado genético mejorarán la capacidad del país para controlar la mosca de la fruta, reduciendo su prevalencia y protegiendo los cultivos.
2. **Seguridad Alimentaria:** Al controlar la mosca de la fruta, se asegurará una mayor calidad y cantidad de productos agrícolas, contribuyendo a la seguridad alimentaria del país.
3. **Desarrollo Tecnológico:** La participación en reuniones y foros internacionales ha permitido el intercambio de conocimientos y la adopción de nuevas tecnologías, fortaleciendo las capacidades locales.



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

*Coordinadores del Proyecto: Patricia Bedregal y Marco Ubillus Namihas, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)*

La participación satisfactoria en el ensayo de aptitud ha permitido demostrar que el desempeño del Laboratorio de Técnicas Analíticas (TEAN) del IPEN es satisfactorio, cuyo impacto ha sido demostrar que el laboratorio produce resultados precisos y confiables en condiciones reales de trabajo.

La participación de profesionales nacionales en los cursos realizados en 2024 tiene un impacto significativo, ya que dichas técnicas son clave en la determinación de elementos traza en las muestras de suelo, y el análisis de mercurio utilizando DMA es una técnica no destructiva y con alta sensibilidad. Los profesionales capacitados han adquirido conocimiento de cómo operar los equipos correctamente, evitando desgastes, fallas o contaminación de las muestras.

El muestreo y análisis de 66 muestras de un suelo agrícola permitirá conocer las características químicas y físicas del suelo, optimizando el manejo de nutrientes, agua y cultivos. Conocer la calidad del suelo utilizado para el cultivo de alimentos que serán consumidos por la población, brinda la posibilidad de estar seguros que los alimentos se pueden consumir de manera segura.

El muestreo y análisis de muestras de una zona utilizada por la minería es fundamental para detectar presencia de metales pesados como cadmio, arsénico, mercurio y plomo que pueden ser tóxicos para el ecosistema y la salud humana. Permite evaluar el impacto ambiental en la población aledaña, planificar la rehabilitación del suelo, evaluar el riesgo de erosión y garantizar un suelo seguro para otras actividades, como la agricultura.

Un aspecto importante ha sido la comunicación de las actividades del proyecto en cada uno de los países de ALC, lo que permite dar a conocer el proyecto a nivel nacional para conseguir el acercamiento a los tomadores de decisiones.

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

*Coordinadores del Proyecto: José Paez Apolinario, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN); y Brisaida Flores Barrenechea, Centro de Producción de Radiofármacos de EsSalud*

El proyecto ha sido fundamental para robustecer la infraestructura sanitaria y de investigación en el país, consolidando la tecnología PET como una herramienta clave en el diagnóstico de enfermedades oncológicas. Esta iniciativa no solo ha impulsado la calidad de los diagnósticos, sino que también ha elevado los estándares de atención para los pacientes al mejorar la precisión y rapidez en la detección de patologías. Además, el proyecto ha fortalecido considerablemente



los conocimientos de los profesionales de la salud, proporcionando capacitación especializada y facilitando el intercambio de experiencias con expertos de otros países. Este contacto internacional ha sido esencial para armonizar prácticas en Radiofarmacia, promoviendo la implementación de estándares globales en la producción y manejo de radiofármacos, lo que contribuye a una mayor seguridad y eficacia en los tratamientos oncológicos. Si bien es cierto con el proyecto RLA6085 logramos capacitar a personal de los Centros ciclotrones-PET, quedaron muchas cosas pendientes, como la Teragnosis que es una técnica innovadora en la medicina nuclear que combina la terapia y el diagnóstico. Se basa en la utilización de una molécula que se une a receptores específicos en las células tumorales, y que puede ser marcada con un radionúclido para la terapia o un radiofármaco para el diagnóstico. De ahí sale el nuevo concepto que se está ejecutando en Europa y EE.UU el uso de Blancos sólidos en Ciclotrones. También quedo pendiente el aseguramiento de la calidad en todos los procesos de producción y mantenimiento de Ciclotrones y Radiofarmacia. Asimismo, quedo pendiente la capacitación en operación y mantenimiento de Ciclotrones, ya que en el proyecto RLA6085 se vieron Ciclotrones SIEMENS, IBA y GENERAL ELECTRIC, quedando pendiente los Ciclotrones ACSI, ABT y EBCO-TECH. Como también la intercomparación de los escáneres PET para uniformizar el control de calidad de las imágenes en la región.

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

*Coordinadora del Proyecto: Edith Rosana Huamán Guadalupe, Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP)*

Dentro del proyecto RLA 6089 se realizó un trabajo de investigación por parte de Perú, este trabajo toma como antecedente. La doble carga de la malnutrición es un importante problema de salud pública en América Latina y el Caribe (ALC), junto con la anemia y otras deficiencias de micronutrientes (1). Datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2)(3) indican que las Américas es la región con mayor sobrepeso y obesidad del mundo, con una prevalencia en adultos de 63,4% para Sobrepeso casi 30% para obesidad; para las mujeres, las cifras son 40% (Sobrepeso) y 15% (obesidad), pero la desnutrición persiste. Otro antecedente importante es la anemia en el 19,1% de las mujeres en edad reproductiva, en la que en general, prevalecen las deficiencias de micronutrientes (4). Todas las formas de malnutrición coexisten con el aumento de las Enfermedades No Transmisibles (ENT). Objetivo Identificar el riesgo nutricional en la gestante y su impacto en el lactante mediante técnicas de composición corporal utilizando isótopos estables. Metodología. Esta investigación se realiza durante los años 2022 y 2024. El estudio se efectúa en una muestra de 30 embarazadas escogidas por muestreo aleatorio, en los 3 trimestres del embarazo y en sus lactantes en el tercer mes de vida, en las áreas seleccionadas en el Perú, respetando sus opciones y tradiciones culturales. Para solucionar la caída de muestra y garantizar el número final en el estudio, se reclutarán 50 gestantes al inicio de su embarazo. Se espera culminar el estudio con 30 binomios madre-hijo en el Peru .en el mes de julio 2025.



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

*Coordinadores del Proyecto: Representante del Instituto Regional de Enfermedades Neoplásicas (IREN) Centro; y Representante del Instituto Regional de Enfermedades Neoplásicas (IREN) Sur*

En el marco del Proyecto ARCAL RLA6090 "Refuerzo de la gestión de la radioterapia para el tratamiento del cáncer cervicouterino en América Latina y el Caribe (ARCAL CLXXXII)", el Perú ha participado activamente en diversas actividades durante el periodo 2024. Como parte de este proyecto, se concertaron dos eventos presenciales con la participación de representantes de distintos países. Los beneficiarios peruanos fueron radioncólogos y físicos médicos que laboran en centros de radioterapia estatales del Ministerio de Salud, específicamente en instituciones de la Macrorregión Centro y Macrorregión Sur. Esto permitió descentralizar y fortalecer los conocimientos en el manejo actual del cáncer de cuello uterino, con impacto directo en el Instituto Regional de Enfermedades Neoplásicas (IREN) Centro y el IREN Sur.

Durante el periodo 2024, se realizaron dos coordinaciones clave dentro del proyecto:

### **1.1.Regional Training Course on 2D and 3D Brachytherapy**

- **Lugar:** Río de Janeiro, Brasil
- **Fecha:** 27 al 31 de mayo de 2024
- **Participantes peruanos:**
  - § Javier Luis Ballón Estacio (TN-RLA6090-2400459)
  - § Juan Carlos Arzapalo Porras (TN-RLA6090-2400459)

### **1.2.Regional Training Course on Advances in Radiotherapy in Cervical Cancer**

- **Lugar:** Ciudad de Guatemala, Guatemala
- **Fecha:** 21 al 25 de octubre de 2024
- **Participantes peruanos:**
  - § José Fernando Robles Díaz (TN-RLA6090-2402571)
  - § Eduardo Jesús Ocampo Díaz (TN-RLA6090-2402571)

Si bien Perú no fue sede de ninguno de estos eventos, su participación se concretó mediante el envío de profesionales altamente calificados, quienes adquirieron conocimientos y habilidades que posteriormente fueron implementadas en sus instituciones de origen.



## **(10)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)**

*Coordinadores del Proyecto: Angel Montes Osorio y Nilton Inga Infanzón, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)*

Una de las actividades que mayor impacto tienen en el desarrollo de proyectos de investigación y de aplicación, es la divulgación o cualquier otra actividad relacionada a la comunicación de los avances y resultados; estando al alcance de la sociedad, para el beneficio de una mayoría. En este sentido, como parte del proyecto RLA7026, se desarrollaron ponencias y reuniones virtuales, publicaciones en sitios web, establecimiento de nuevas alianzas de colaboración entre instituciones.



Imagen 1. Ponencias virtuales, reuniones de trabajo y publicaciones en redes sociales.

En lo particular, el componente molecular fue el que más impacto tuvo en el Perú, lo cual también permitió hacer divulgación mediante redes sociales institucionales y presentaciones virtuales referente a técnicas de identificación molecular de cianobacterias, así como técnicas de aislamiento de material genético de ADN total en aguas con posible presencia de blooms.



Tabla 3. Componentes del proyecto y su respectivo personal capacitado al finalizar el año 2024

COMPONENTE RLA7026	PERSONAL	2023	2024
ARMONIZACIÓN DE PROTOCOLOS	• ANGEL JESUS MONTES OSORIO		
DISEÑO DE PROGRAMAS DE MONITOREO	• NILTON INGA INFANZON • JORGE DAVID ROJAS CÁRDENAS • MAURA CHARCA HUARICALLO		
IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES/TAXONOMÍA DE CIANOBACTERIAS	• ANGEL JESUS MONTES OSORIO		
DISEÑO DE PROGRAMAS DE MONITOREO/ISÓTOPOS ESTABLES	• MAURA CHARCA HUARICALLO		
TÉCNICAS MOLECULARES PARA LA IDENTIFICACIÓN DE CIANOBACTERIAS	• ANGEL JESUS MONTES OSORIO		
ANÁLISIS FISICOQUÍMICO/TOXINAS	• ANAIS ELENA ADAUTO URETA • VILMA MÓNICA VIVANCO MONTOYA		

### **(11)RLA0073 Fortalecimiento de la igualdad de género en las instituciones nucleares nacionales (ARCAL CXCVI)**

*Coordinadoras del Proyecto: Presidenta WIN PERU; y Lourdes Zegarra Mayo, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)*

El proyecto ha permitido avances significativos en la equidad de género dentro del sector nuclear en Perú. La creación de espacios de difusión y participación activa de mujeres en el ámbito nuclear ha sido un logro clave. Se ha fortalecido la cooperación regional a través del grupo WiN SUR, compuesto por representantes de WiN Ecuador, Venezuela y Colombia.

Asimismo, tres jóvenes profesionales peruanas participaron en la Escuela Regional de Liderazgo en el ámbito nuclear en Chile y en Viena, lo que ha contribuido a su formación y empoderamiento.

También se logró una participación destacada en eventos internacionales, incluyendo la presentación de una investigación en la *31st WiN Global Annual Conference* realizada en Ciudad de México. La presidenta de WiN Perú presentó el trabajo titulado *“Mining Tailings as Raw Material for Construction Products: A Proposal to Mitigate Social Impact on Nearby Communities”*.



### **(12)RLA1023 Fortalecimiento de la capacidad técnica para utilizar la tecnología de la radiación en el tratamiento de aguas residuales (ARCAL CXCI)**

*Coordinadores del Proyecto: Representante de SEDAPAL; y Mónica Vivanco Montoya, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)*

El proyecto RLA1023 contribuirá a la mejora de la calidad del agua en el país, aumentando la efectividad del tratamiento de aguas residuales mediante tecnología de radiación.

En el año 2024 no se realizaron actividades debido, entre otros, al cambio de autoridades en las instituciones participantes en el proyecto.

### **(13)RLA5090 Mejorar la productividad agrícola mediante mejores prácticas agrícolas y una mayor variedad (ARCAL CXCI)**

*Coordinadores del Proyecto: Sady García Bendezú y Elizabeth Heros Aguilar, Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)*

En agosto del 2024 se realizó la primera visita a la comunidad de Kishuará (Andahuaylas, Apurímac), en la cual existe un grupo de productores de papa nativa que tienen buena conexión con el mercado y requieren incrementar sus rendimientos y mejorar su sostenibilidad.



**Figura 1: Vistas fotográficas. Izq. Visita a campos de agricultores en la comunidad de Kishuará. Der. Evaluación de radiosensibilidad en material irradiado de dos variedades de papa nativa**

En esta visita se recorrieron algunos campos de productores, se reconocieron variedades y se conversó con los productores y algunas autoridades locales sobre los problemas sanitarios que



afectan a la papa. También se realizó un taller participativo en fertilidad de los suelos andinos y en muestreo del suelo para análisis químico. A partir de este taller, los agricultores tomarán muestras de suelo de sus campos, las que serán enviadas al Instituto Nacional de Innovación Agraria para su análisis a través de la campaña Perú 2M.

En noviembre del 2024, se realizó la vista del subgerente de desarrollo de la municipalidad distrital de Kishuará y de dos productores de papa del distrito, a la Universidad Nacional Agraria La Molina, para discutir resultados de análisis de suelos, coordinar la provisión de semilla básica de papa por el programa de investigación en raíces y tuberosas, y visitar invernaderos en la UNALM.

En diciembre de 2024 se inició un experimento para la obtención de mutantes inducidos por radiación gamma, en dos variedades de papa nativa: “llamasencca” y “wencos”, caracterizadas por su forma de tubérculo curva. El objetivo del estudio es obtener mutantes de tubérculo alargado y recto, más adecuadas para el procesamiento en la elaboración de snacks para la exportación. El trabajo inició con el análisis de radiosensibilidad. Los tubérculos fueron irradiados en las instalaciones del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) y el análisis de supervivencia, en los invernaderos del programa de raíces y tuberosas de la UNALM.

#### **(14)RLA5091 Fortalecimiento de los programas de monitoreo de residuos de plaguicidas y micotoxinas en alimentos mediante el establecimiento de un programa de pruebas de competencia en laboratorios oficiales (ARCAL CXCv)**

*Coordinadoras del Proyecto: Ana Ramos Moreno, Miriam Tames Aponte y Carmen Verónica Chávez Felix, Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)*

El curso ISO 17025 contribuyó en mejorar los conocimientos y establecer el alcance de los analitos y revisar el método de medición, el proceso de medición, responsabilidades y competencias requeridas, equipamiento, requisitos para instalaciones y condiciones ambientales, actividades de verificación/validación de métodos, muestreo, trazabilidad metrológica, incertidumbre de la medición, aseguramiento de la validez de los resultados y la declaración de la conformidad, asegurando que todos los requisitos de la Norma son bien entendidos. El curso “Estadística básica, contribuirá para la realización de pruebas de aptitud y la validación de métodos para el análisis de contaminantes y residuos químicos” la estadística juega un papel importante para el proyecto, los conceptos básicos son requerimientos necesarios para el entendimiento de la data, y optar por la correcta herramienta estadística a utilizar en el tratamiento de datos. La búsqueda y definición de la matriz para estudio de plaguicida y micotoxina, tomando en consideración los hallazgos en la data de los informes de ensayo de los monitoreos de alimentos primarios contribuirá para definir los analitos de mayor interés.



**(15)RLA5092 Mejora de la capacidad regional para la adopción de la técnica de los insectos estériles (TIE) como componente del programa de control de mosquitos (ARCAL CLXXXVII)**

*Coordinadores del Proyecto: Edwin Requena Zúñiga y Jesús Pinto Caballero, Instituto Nacional de Salud (INS)*

Se elaboraron directrices preliminares para la implementación de campañas de comunicación dirigidas a diferentes audiencias, incluyendo autoridades oficiales y en material de salud pública, comunidades locales y medios de comunicación.

Se fortalecieron las capacidades técnicas para el diseño y ejecución de ensayos de supresión de poblaciones de Aedes, validando así la aplicación operativa de la TIE.

**(16)RLA6092 Fortalecimiento del uso de técnicas avanzadas y esquemas de hipofraccionamiento de radioterapia en los países de la región (ARCAL CLXXXVIII)**

*Coordinadoras del Proyecto: Paola Fuentes Rivera Carmelo y Adela Heredia Zelaya, Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN)*

En 2024, se realizaron actividades clave para fortalecer la oncología radioterápica en la región. La Primera Reunión de Coordinación del Proyecto Regional (marzo, Lima) reunió a 15 países, identificando desafíos como la falta de unidades oncológicas, personal especializado y técnicas avanzadas. Se estableció un plan de trabajo a 3 años y se promovió el intercambio de información sobre hipofraccionamiento. Además, se realizó una visita al INEN, con ponencias sobre técnicas innovadoras, y se difundió la reunión en redes de INEN e IPEN.

En capacitación, el Curso sobre VMAT e IGRT (agosto, MD Anderson, EE.UU.) entrenó a 30 especialistas, incluyendo dos peruanos, quienes replicaron el aprendizaje en el INEN y presentaron un informe al IPEN. Se recomendó extender la duración del curso y diversificar los sistemas de planificación. Asimismo, el Curso sobre Gestión Administrativa en Radioterapia (agosto, MD Anderson) capacitó a 32 administradores, incluyendo una representante peruana, quien replicó lo aprendido en el Hospital Goyeneche.

Estas actividades fortalecieron la cooperación regional, la formación de especialistas y la gestión hospitalaria, sentando bases para mejorar el acceso y calidad de la radioterapia en la región.



**(17)RLA6093 Fortalecimiento de capacidades regionales sobre el uso de técnicas de medicina nuclear en un enfoque multimodal de cardiooncología en pacientes con cáncer (ARCAL CXCIII)**

*Coordinadores del Proyecto: Aurelio Mendoza Paulini, Instituto Nacional Cardiovascular (INCOR) y Julio Mamani Tito, Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins (HNERM)*

Gracias a los temas realizados sobre las diferentes técnicas de imágenes se pudo llegar a un número de colegas cardiólogos y oncólogos para darles información sobre las indicaciones de las distintas técnicas de imágenes sobre todo la ecocardiografía con ecocardiógrafos de alta gama que pueden ser utilizados para el seguimiento del paciente oncológico como primera línea de investigación. Sin embargo aún necesitamos el trabajo conjunto con oncólogos para el uso de esta herramienta así como de las técnicas nucleares y la resonancia magnética.

Esto se debe principalmente que las guías cardio-oncológicas indican el uso del Strain como herramienta para el diagnóstico basal y seguimiento de pacientes que van a recibir medicación potencialmente cardiotoxica, esta situación no excluye el uso del cálculo de la Fracción de eyección en casos donde no se cuenta con el cálculo de Strain global. Por lo tanto, en cualquier región del país podría hacerse seguimiento de estos pacientes. Es importante recordar que la ecocardiografía nos proporciona además información que pueden predecir la aparición de arritmias, enfermedad pericárdica y valvular, siendo el método más costo efectivo con el que contamos. Las técnicas nucleares y la resonancia magnética con la amplia información que se cuenta son tecnologías que no están al alcance de todos los pacientes, en principio los equipos están en grandes hospitales de las principales capitales del país y en forma particular serían de muy alto costo, estas herramientas diagnósticas deberían ser usadas solo en el caso donde la ecocardiografía no pueda dar información sobre el estado cardiovascular del paciente.

**(18)RLA7028 Fortalecimiento de las capacidades regionales sobre la aplicación de técnicas nucleares e isotópicas para aumentar el conocimiento sobre los factores estresantes que afectan la gestión sostenible marina y costera (ARCAL CLXXXIX)**

*Coordinadores del Proyecto: Michelle Graco, Instituto del Mar del Perú (IMARPE); y Juan Agapito Panta, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)*

Entre los principales logros del proyecto, puede mencionarse:

- Reporte ODS 14.3.1 Acidez del Mar: contribución nacional, regional del proyecto RLA7028 y global en la lucha contra la acidificación marina. Compromiso agenda 2030 Perú y, desde el año 2023, compromiso voluntario en el contexto de las reuniones OUR OCEAN. De los 17 laboratorios, solo seis laboratorios (Argentina, Colombia, México, Perú y Uruguay) informaron con éxito el indicador 14.3.1 del ODS 14.



- Implementación de protocolos armonizados en la región con estándares internacionales en aspectos de acidificación marina y desarrollo del protocolo de pH espectrofotométrico.
- Implementación de protocolos armonizados en la región con estándares internacionales en aspectos de microplásticos y desarrollo del protocolo de muestreo en playas.
- Adquisición de estándares para la medición de pH en agua de mar.
- Capacitación en aspectos de fitoplancton- taxonomía como contribución a la temática de Marea Roja.
- Capacitación virtual- charlas de expertos en la temática de eutrofización y desarrollo del indicador.
- En abril de 2024, se llevó a cabo un curso de formación regional sobre la medición del sistema de carbonatos para la evaluación del indicador de acidez media del mar (ODS 14.3.1). El curso tuvo una primera parte virtual y una segunda parte presencial en INVEMAR, Colombia. Esta capacitación unió esfuerzos entre el OIEA y la estrategia OTGA de la UNESCO para formar a 12 investigadores de los países involucrados en el resultado 2 del proyecto (Argentina, Colombia, Ecuador, El Salvador, Chile, México y Perú).
- Adicionalmente, en junio de 2024, se llevó a cabo la primera reunión virtual sobre conceptos teóricos y necesidades básicas para la participación de los países miembros en la formación sobre el establecimiento de tendencias de pH con técnicas isotópicas ( $\delta^{11}\text{B}$ ) en corales y bivalvos.

### **(19)RLA7029 Mejora de las capacidades regionales para evaluar la disponibilidad y calidad del agua dulce mediante técnicas de hidrología isotópica (ARCAL CXCIV)**

*Coordinadores del Proyecto: Nilton Inga Infanzón, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN); y Representante de la Autoridad Nacional del Agua (ANA)*

La implementación del proyecto RLA7029, a pesar de los cambios inadvertidos de representantes nacionales (contrapartes y DTM), mediante el esfuerzo de los integrantes nacionales que participaron en su formulación, viene generando un impacto significativo en la capacidad del Perú para evaluar la disponibilidad y calidad del agua a través de la hidrología isotópica. Gracias a la cooperación entre el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN), la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), se viene trabajando en el fortalecimiento las capacidades técnicas y el establecimiento bases para la integración de técnicas isotópicas en la gestión de los recursos hídricos.

#### Impacto en la articulación interinstitucional

- Se estableció el compromiso de formular un convenio específico entre el IPEN y la ANA en el marco del proyecto ARCAL RLA7029, lo que fortalecerá la sostenibilidad de las actividades.
- Se ha fortalecido la capacitación del personal técnico de la OEFA mediante la participación en eventos internacionales especializados, como el XII Curso Hispanoamericano de Hidrología Subterránea en sus ediciones virtual y presencial.



- Se han identificado brechas en los laboratorios nacionales en términos de equipamiento e infraestructura, lo que permitirá gestionar recursos y acciones correctivas a futuro

En términos generales, el proyecto está contribuyendo a fortalecer las capacidades técnicas del equipo nacional de proyecto, mejorando la articulación entre actores clave y fomentando el uso de herramientas isotópicas en la evaluación y gestión del agua en el Perú. A mediano y largo plazo, se espera que estos avances contribuyan a la implementación de técnicas isotópicas en programas de monitoreo del recurso hídrico sustentadas en evidencia científica.

## 5. APOORTE ECONÓMICO ESTIMADO DEL PAÍS AL PROGRAMA

### 5.1 RECURSOS APORTADOS POR EL PAÍS AL PROGRAMA

Código y Título de Proyecto	Coordinador del Proyecto	Aporte valorado EUR
<b>RLA0070</b> Fortalecimiento de la cooperación regional (ARCAL CLXXXVI)	Rolando Páucar Jáuregui Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)	39,800
<b>RLA1020</b> 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)	Javier Gago Campusano Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)  Mary Flor Cesare Coral Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)	18,900
<b>RLA5085</b> Fortalecimiento de la capacidad de los laboratorios oficiales para monitorizar brotes de enfermedades animales y zoonóticas prioritarias y responder a ellos (ARCAL CLXXIV)	Katherine Portilla Jarufe Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)	1,000
<b>RLA5086</b> 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)	Nieves Sandoval Chaupe Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM)	5,600



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

<b>RLA5087</b> Validación de la técnica del insecto estéril para el control de la mosca sudamericana de la fruta (ARCAL CLXXVI)	Edgardo Ortiz Carpio Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)	27,400
<b>RLA5089</b> Evaluación de los efectos de los metales pesados y otros contaminantes en los suelos contaminados por actividades de origen antropógeno y natural (ARCAL CLXXVII)	Patricia Bedregal Salas Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)  Marco Ubillus Namihas Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)	19,500
<b>RLA6085</b> Fortalecimiento de las capacidades de los centros de ciclotrones/tomografía por emisión de positrones de la región (ARCAL CLXXXIII)	José Paez Apolinario Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)  Brisaida Flores Barrenechea Centro de Producción de Radiofármacos de EsSalud	32,600
<b>RLA6089</b> Uso de isótopos estables para reducir los riesgos nutricionales en mujeres embarazadas y su impacto en los lactantes (ARCAL CLXXXIV)	Edith Rosana Huamán Guadalupe Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP)	21,100
<b>RLA6090</b> Refuerzo de la gestión de la radioterapia para el tratamiento del cáncer cervicouterino en América Latina y el Caribe (ARCAL CLXXXII)	Instituto Regional de Enfermedades Neoplásicas (IREN) Centro  Instituto Regional de Enfermedades Neoplásicas (IREN) Sur	800
<b>RLA7026</b> 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)	Angel Montes Osorio Peruano de Energía Nuclear (IPEN)  Nilton Inga Infañón Peruano de Energía Nuclear (IPEN)	18,400
<b>RLA0073</b> Fortalecimiento de la igualdad de género en las instituciones nucleares nacionales (ARCAL CXCVI)	Presidenta WIN PERU  Lourdes Zegarra Mayo Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)	1,500



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

<b>RLA1023</b> Fortalecimiento de la capacidad técnica para utilizar la tecnología de la radiación en el tratamiento de aguas residuales (ARCAL CXCI)	Representante de SEDAPAL  Mónica Vivanco Montoya Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)	1,000
<b>RLA5090</b> Mejorar la productividad agrícola mediante mejores prácticas agrícolas y una mayor variedad (ARCAL CXCI)	Sady García Bendezú Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)  Elizabeth Heros Aguilar Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)	3,800
<b>RLA5091</b> Fortalecimiento de los programas de monitoreo de residuos de plaguicidas y micotoxinas en alimentos mediante el establecimiento de un programa de pruebas de competencia en laboratorios oficiales (ARCAL CXCV)	Ana Ramos Moreno Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)  Miriam Tames Aponte Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)  Carmen Verónica Chávez Felix Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)	8,795
<b>RLA5092</b> Mejora de la capacidad regional para la adopción de la técnica de los insectos estériles (TIE) como componente del programa de control de mosquitos (ARCAL CLXXXVII)	Edwin Requena Zúñiga Instituto Nacional de Salud (INS)  Jesús Pinto Caballero Instituto Nacional de Salud (INS)	6,000
<b>RLA6092</b> Fortalecimiento del uso de técnicas avanzadas y esquemas de hipofraccionamiento de radioterapia en los países de la región (ARCAL CLXXXVIII)	Paola Fuentes Rivera Carmelo Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN)  Adela Heredia Zelaya Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN)	15,430
<b>RLA6093</b> Fortalecimiento de capacidades regionales sobre el uso de técnicas de medicina nuclear en un enfoque multimodal de cardiooncología en pacientes con cáncer (ARCAL CXCI)	Aurelio Mendoza Paulini Instituto Nacional Cardiovascular (INCOR)  Julio Mamani Tito Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins (HNERM)	7,750



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

<b>RLA7028</b> Fortalecimiento de las capacidades regionales sobre la aplicación de técnicas nucleares e isotópicas para aumentar el conocimiento sobre los factores estresantes que afectan la gestión sostenible marina y costera (ARCAL CLXXXIX)	Michelle Graco Instituto del Mar del Perú (IMARPE)  Juan Agapito Panta Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)	8,200
<b>RLA7029</b> Mejora de las capacidades regionales para evaluar la disponibilidad y calidad del agua dulce mediante técnicas de hidrología isotópica (ARCAL CXCIV)	Nilton Inga Infanzón Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)  Representante de la Autoridad Nacional del Agua (ANA)	14,130
<b>Total</b>		<b>251,705</b>



## 5.2 – TABLA INDICADORES FINANCIEROS PARA VALORAR EL APOORTE 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)	0
2. Grupo Directivo del OCTA, Grupos de Trabajo del OCTA y Puntos Focales	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	8,400
3. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	15,650
4. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	6,000
5. Becario/a cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	0
6. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	6,250
7. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	450
8. Gastos locales por Sede de Reuniones de Coordinación Técnica (OCTA)	EUR 50.000 por semana	0
9. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	1,000
10. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	200
11. Tiempo trabajado como Coordinador/a Nacional y su equipo de soporte	Máximo EUR 1.500 por mes	18,000
12. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	27,100
13. Tiempo trabajado como Coordinador/a de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	49,510
14. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	54,285
15. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: <ul style="list-style-type: none"> <li>● Viáticos interno/externo</li> <li>● Transporte interno/externo</li> </ul>	Máximo EUR 7.500/proyecto	8,310
16. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	56,550
<b>TOTAL</b>		<b>251,705</b>