



**ARCAL**

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

***INFORME ANUAL***

***Año: 2024***

***País: Chile***



## **1. RESUMEN EJECUTIVO**

El presente informe anual de ARCAL en Chile presenta los avances de los proyectos de cooperación técnica en materia de ciencia y tecnología nucleares durante el año 2024, destacando la activa participación del país en múltiples áreas estratégicas, como salud, agricultura, ambiente, seguridad alimentaria, energía. A ello se suma un ámbito estratégico, de carácter transversal, que es género.

En lo que respecta a la cooperación regional y el fortalecimiento institucional, el proyecto RLA0070 permitió robustecer la cooperación regional, promoviendo la sostenibilidad de ARCAL y mejorando su impacto a través de estrategias de comunicación y alianzas internacionales. Chile tuvo un rol clave en la conmemoración de los 40 años de ARCAL, liderando la producción de material de difusión, en la organización de eventos de alta trascendencia durante la Conferencia Ministerial del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) en Viena, Austria, y la organización de actividades nacionales e internacionales.

### **1. Ciencia y Tecnología Nuclear en áreas clave**

- **Tecnologías con Radiación:** A través del RLA1020, Chile avanzó en el uso de radiación en polímeros para desarrollar nuevos materiales y reciclar residuos plásticos.
- **Alimentación y Agricultura:** Con el RLA5085 y RLA5090, se mejoraron las capacidades en diagnóstico de enfermedades animales y el desarrollo de cultivos más resistentes mediante tecnologías nucleares.
- **Acuicultura y Seguridad Alimentaria:** El RLA5086 fortaleció la producción de trucha arcoiris mediante técnicas genómicas, mientras que el RLA5091 optimizó la vigilancia de plaguicidas y micotoxinas en alimentos.
- **Salud Humana:** Se impulsaron proyectos como el RLA6085, que mejoró la producción de radiofármacos y la capacitación en tomografía por emisión de positrones (PET), el RLA6091, que fortaleció la física médica, y el RLA6092, enfocado en radioterapia avanzada.
- **Ambiente:** El RLA5089 mejoró la evaluación de contaminación en suelos mediante análisis isotópico, mientras que el RLA7029 y RLA7026 aplicaron técnicas de hidrología isotópica y monitoreo de cianobacterias en cuerpos de agua.
- **Cambio Climático y Contaminación Marina:** Chile contribuyó al RLA7028, centrado en el análisis de microplásticos, biotoxinas marinas y acidificación oceánica, fortaleciendo las capacidades científicas del país en estos temas.

### **2. Igualdad de Género en Ciencia y Tecnología Nucleares**

El proyecto RLA0073 fomentó la participación femenina en el sector nuclear con iniciativas como la Escuela de Liderazgo para Mujeres en América Latina y el Caribe, organizada en Chile, y programas de mentoría vocacional para estudiantes.

### **3. Retos y desafíos**

Si bien se lograron avances en la implementación de los proyectos, se identificaron desafíos administrativos, retrasos en la entrega de insumos clave y dificultades en la coordinación de actividades. Sin embargo, la cooperación internacional y la gestión efectiva han permitido mitigar los obstáculos y fortalecer las capacidades técnicas del país en ciencia y tecnología nuclear.

Ahora bien, a continuación se detallan los avances alcanzados por proyecto en 2024:



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

En primer lugar, destaca el **proyecto RLA0070**, referido al “Fortalecimiento de la Cooperación Regional”, que apunta al establecimiento de mecanismos destinados a reforzar la cooperación técnica entre los países en desarrollo y la programación regional para América Latina y el Caribe, garantizando la calidad del Acuerdo ARCAL y promoviendo los componentes de comunicación y de alianzas, dentro y fuera de la Región, para promover su sostenibilidad.

En el marco de este proyecto se desarrollaron actividades de alta relevancia, destacando el proceso de evaluación de impacto, a cargo del grupo temático de Seguimiento y Evaluación, coordinado por Brasil, y en el que tuvo un rol la Coordinadora Nacional de Chile (Sylvia Lagos). Este proceso arrojó insumos interesantes que fueron aprovechados como insumos para los contenidos que se destacaron en las actividades de aniversario de los 40 años de ARCAL.

Sobre esto último, el año 2024 fue un año particularmente activo, puesto que se desarrolló un programa de actividades para conmemorar el 40° aniversario del Acuerdo ARCAL, con un rol muy clave de Chile, tanto en la Presidencia del Grupo Directivo del Órgano de Coordinación Técnica (OCTA), como desde el rol de Punto Focal de Comunicaciones. Ambos roles son desempeñados, a la fecha, por la Sra. Rommy Casanueva Cisternas, periodista de la Oficina de Comunicación Corporativa de la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN).

Cabe señalar que dicho programa de actividades surgió como propuesta por parte del equipo de comunicaciones del Acuerdo, integrado por los y las Representantes Nacionales de Comunicación de ARCAL, quienes se reunieron presencialmente en diciembre de 2022 para desarrollar la Estrategia Comunicacional 2023-2026 y su plan de acción correspondiente al periodo 2023-2024, que incluyó el programa de conmemoración de los 40 años de ARCAL. Estas actividades fueron financiadas en el marco del proyecto RLA0070, de fortalecimiento de la cooperación regional.

Dicho plan abordó acciones a nivel regional y nacional, de modo de articular una serie de actividades por parte de todos los Estados Parte del Acuerdo. Así, a nivel regional, se trabajó -con los valiosos aportes de países como Perú, Brasil y Venezuela, bajo la coordinación de Chile, productos como un brochure y un video de los 40 años. Sumado a ello, se desarrollaron productos de merchandising como lanyards, identificadores de maleta, bolsas reciclables y tazones, para entregar tanto en eventos programados para el año, como para participar en la Conferencia Ministerial de Ciencia, Tecnología y Aplicaciones Nucleares y el Programa de Cooperación Técnica del OIEA, que se realizó en noviembre de 2024, en Viena, Austria.

En relación a esto último, cabe precisar que en dicho evento se participó a través de dos eventos paralelos y un stand informativo. El primero de los eventos paralelos se realizó bajo el esquema de un panel de conversación, al que se invitó a altas autoridades de diversos países de la región, quien -representando a sus respectivas carteras- se refirieron a los aportes concretos de ARCAL en sus países. En esta instancia se lanzó el video de los 40 años del Acuerdo.

Un segundo evento paralelo, que tuvo un tono más emotivo que el anterior, consistió en un panel de conversación al que se invitó a mujeres que ocupan altos cargos para compartir sus experiencias personales y profesionales como mujeres que comienzan a dar sus primeros pasos en lo nuclear. Fue una conversación dinámica, emotiva y cargada de lecciones para todos los y las asistentes. Ambas instancias fueron altamente valoradas por el público, y en particular, por el grupo de mujeres representantes de América Latina y el Caribe que asistió, como parte de su paso por la Escuela de Mujeres Líderes en lo Nuclear que se realizó del año pasado en Chile,



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

dividido en dos partes: una presencial en Chile, y una segunda parte -también presencial- pero efectuada en Austria, justamente con motivo de esta Conferencia de renombre.

De igual modo, el público valoró el stand informativo con el que contamos en el sector de la Rotonda del OIEA en Viena, donde se puso a disposición del público, información de calidad referida, principalmente, al impacto de la contribución de valor público de ARCAL. Esto se hizo a través de la presentación de una serie de videos, folletos, objetos recordatorios y un tótem, donde se presentó información actualizada del Acuerdo y sus proyectos.

Cabe destacar que, siempre bajo la coordinación de Chile, Venezuela apoyó con el desarrollo de seis videos para redes sociales, que tuvieron como objetivo relevar cada una de las áreas temáticas de ARCAL y anunciar la participación de ARCAL en la Conferencia Ministerial del OIEA, con motivo de su 40 aniversario.

A lo anterior, hay que añadir el activo rol que muchos de los países de la región tuvieron. Algunos de ellos, empleando un formulario que se envió desde el área de comunicaciones, comprometieron una serie de actividades:

- Cuba: Jornada Científica 30 años de AENTA y 40 años de Cuba en ARCAL.
- Jamaica: Ceremonia de inauguración de irradiador gamma
- Venezuela: Foro sobre impacto de los proyectos ARCAL en Venezuela
- Nicaragua: Simposio Celebrando los 40 años de ARCAL
- Colombia: Seminario sobre el impacto de los 40 años de ARCAL en Colombia. Desde este país también se prepararon videos promocionales.

Cabe mencionar que, siempre bajo el proyecto RLA0070, se financió una pasantía a Viena, por parte de Rommy Casanueva de Chile, Punto Focal de Comunicaciones y Coordinadora Nacional de ARCAL, para coordinar, junto a la Secretaría de ARCAL en el OIEA, las actividades de aniversario.

Pasando a otros temas, la XXV Reunión del Órgano de Coordinación Técnica de ARCAL (OCTA) se celebró en mayo de 2024, en Viena, Austria, para dar seguimiento a todos los acuerdos adoptados en la reunión que tuvo efecto en Chile, cuando dicho país asumió la Presidencia del Grupo Directivo del OCTA. La reunión fue presidida, por tanto, por la Sra. Sylvia Lagos, quien en ese momento era funcionaria de la CCHEN.

Otro evento significativo que tuvo lugar en 2024 fue en materia de género, el desarrollo de la Escuela de Liderazgo para Mujeres de América Latina y el Caribe, que se realizó en Santiago de Chile, con la activa participación de mujeres de diversos países de la región, quien se dieron cita buscando fortalecer sus habilidades de liderazgo en este campo. Este encuentro fue organizado, de manera conjunta, por el Organismo Internacional de Energía Atómica, el Gobierno de Chile a través de la Comisión Chilena de Energía Nuclear, ARCAL, WiN Global, WiN ARCAL y WiN Chile.

Tal como se indicó previamente, el grupo de mujeres que asistió al taller en Chile, luego viajó a Austria para participar en la semana de actividades de la Conferencia Ministerial del Organismo.

Ahora bien, en lo que respecta a las áreas temáticas, en cuanto a **Tecnologías con Radiación**, destaca el **proyecto RLA1020**, "Promoción de la tecnología de la radiación en polímeros naturales



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

y sintéticos para desarrollar nuevos productos, con hincapié en la recuperación de residuos”, en el marco del cual nuestro país participa en su tercer año de ejecución.

Como parte de las actividades del plan de trabajo del proyecto, nuestro país participó activa y presencialmente en reuniones y talleres organizados, lo que permitió profundizar conceptos relevantes relacionados con los objetivos del proyecto y su difusión en Chile.

En particular, la contraparte de este proyecto, Dr. Humberto Palza, profesor titular de la Universidad de Chile, participó en la reunión “Reunión intermedia de coordinación regional”, organizada por el Gobierno de Perú, a través del Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN), entre los días 10 al 14 de junio del 2024; y asistió al “Taller regional sobre el diseño de instalaciones de irradiación de reciclado y su viabilidad económica”, en la Dirección Nacional de Aplicaciones de las Energías Nucleares (DINATEN) en Montevideo, Uruguay.

Tras estos eventos se están consolidando las capacidades de conocimiento y las herramientas conceptuales para poder implementar las diferentes técnicas de radiación en lo que concierne a la valorización de residuos plásticos. En este marco, además se ha dado continuidad a una serie de charlas de difusión acerca de esta opción tecnológica destinadas a empresas del área de packaging en Chile.

También es relevante señalar que, actualmente, dos estudiantes de Magister en Ingeniería Química de la Universidad de Chile realizan sus tesis en estas temáticas. Se trata de Valentina del Pico y Stephanie Neira.

En cuanto al área temática de **Alimentación y Agricultura**, en el marco del **proyecto ARCAL RLA5085**, “Fortalecimiento de la capacidad de los laboratorios oficiales para monitorizar brotes de enfermedades animales y zoonóticas prioritarias y responder a ellos”, el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) ha participado en diversas actividades de capacitación, con el objetivo de fortalecer y actualizar sus conocimientos técnicos en sus principales áreas de interés.

Durante el año 2024, analistas de la Red de Laboratorios de Sanidad Animal del SAG, participaron en tres cursos regionales, que abordaron “Mantenimiento y Calibración de equipos de Laboratorio”, “Producción de Materiales Secundarios de referencia” y “Genómica y bioinformática de enfermedades de animales”.

Con estas tres actividades, los analistas pudieron actualizar y fortalecer sus conocimientos, apoyando las actividades de diagnóstico de rutina del servicio. A su vez, se logró una colaboración más cercana y un mayor intercambio de experiencias entre laboratorios de servicios veterinarios oficiales de América Latina y el Caribe.

En el caso del **proyecto RLA5087**, denominado “Validación de la Técnica de Insectos Estériles para el Control de la Mosca Sudamericana de la Fruta”, es preciso contextualizar que Chile es país libre de la mosca de la fruta de importancia económica. Lo que respecta a *Anastrepha fraterculus*, esta fue erradicada del país en 1964 del extremo norte de nuestro país, por lo que el sistema nacional de vigilancia de mosca de la fruta se preocupa de mantener una vigilancia activa para la mosca Sudamérica con trampa líquidas con atrayente alimenticio de proteína hidrolizada, en un total cercano a las 3.500 trampas.



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

Esto no nos excluye de este trabajo; todo lo contrario, es fundamental participar en esta instancia debido a la gran presión de ingreso a la que nos vemos enfrentados como país.

En cuanto al trabajo desarrollado en 2024, cabe destacar que aportamos al país a través de una planta de producción activa y personal capacitado en TIE, con lo cual es posible contar con una población estéril de la mosca sudamericana de la fruta.

En 2024, se participó en la reunión regional de coordinación del proyecto, realizada en Lima, Perú, del 8 a 12 de abril de 2024.

El equipo técnico que opera en la Bioplanta, y que incluye a personal de las dependencias centrales, del laboratorio oficial del SAG, más el apoyo de funcionarios y funcionarias de control de frontera, se trabajó en la crianza de los estados inmaduros encontrados en las frutas que son decomisadas a los pasajeros y pasajeras que ingresan al país, con el fin de determinar la presión de ingreso de la mosca sudamericana de la fruta.

Destaca que en el periodo se obtuvieron resultados satisfactorios que permiten afianzar la participación nacional en el actual proyecto, y de esta forma, continuar promoviendo el objetivo de contar con una técnica adicional de control, en caso de tener una entrada transitoria de la plaga. En ese sentido, se ha podido ampliar la crianza de otros puntos de ingreso de frutas decomisadas.

En cuanto al **proyecto RLA5090**, titulado “Mejora de la productividad agrícola a través de mejores prácticas agrícolas y variedades mejoradas”, cabe contextualizar que la región enfrenta el desafío de depender, en gran medida, de importaciones alimentarias, lo que se atribuye a una insuficiente producción agrícola. El aumento de los costos de fertilizantes, la baja productividad, los cambios en el uso del suelo y los problemas socioeconómicos han propiciado la migración de agricultores/as hacia las ciudades, agravando la pobreza y la desnutrición en las comunidades rurales. Por ello, se busca promover prácticas agrícolas inteligentes e introducir tecnologías innovadoras bajo un enfoque agroecológico, que integren insumos biológicos y cultivos genéticamente mejorados para optimizar los rendimientos.

De ahí que este proyecto busca cerrar las brechas de productividad de los cultivos de seguridad alimentaria en América Latina y el Caribe, mediante la adopción de prácticas de agricultura climáticamente inteligente que permitan incrementar la productividad de los cultivos y reducir la huella ambiental.

Por ello es que se ha propuesto evaluar variedades obtenidas mediante mutagénesis radioinducida, previamente evaluadas en los proyectos ARCAL RLA5068 y RLA5078, que demuestran una notable resistencia ante condiciones adversas y ofrecen herramientas efectivas para enfrentar los desafíos derivados del cambio climático. Asimismo, se implementará el uso estratégico de diversos tipos de nutrientes, como biofertilizantes basados en bacterias promotoras del crecimiento vegetal; fertilizantes orgánicos; y hormonas vegetales, seleccionados en función de su disponibilidad y eficiencia, para reducir costos de producción y minimizar la contaminación ambiental.

Se trata de una iniciativa que da continuidad a los proyectos RLA5058, RLA5068 y RLA5078, que buscan promover la sustentabilidad de los recursos naturales y lograr un equilibrio entre los sistemas naturales y sociales. La aplicación de innovaciones tecnológicas amigables con el medio



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

ambiente y la optimización de los recursos agroecológicos se erigen como pilares fundamentales para mejorar la seguridad alimentaria de la región, mediante la incorporación de insumos biológicos que favorezcan procesos productivos más saludables, inocuos para la salud humana y el entorno ambiental.

En otros términos, como parte del **proyecto ARCAL RLA5092**, denominado “Mejora de la capacidad regional para la adopción de la técnica de los insectos estériles como componente de los programas de control de mosquitos”, cabe mencionar que Chile, desde su incorporación en 2016, ha participado activamente en el proyecto RLA5092 (anteriormente RLA50836), enfocado en la implementación de la Técnica del Insecto Estéril (TIE) para el control de *Aedes aegypti* en Rapa Nui (situada a más de 3.700 km de Santiago de Chile). En ese marco, representantes de Chile han hecho parte de diversos talleres realizados en Cuba, Argentina y Brasil, sumado a las reuniones de coordinación convocadas por el OIEA.

A pesar de los avances en la programación y en la sensibilización comunitaria (realizado la fase 0 de preintervención durante 2018), la ejecución del proyecto ha enfrentado desafíos logísticos y administrativos que han retrasado su implementación, no obstante, el OIEA ha proporcionado apoyo técnico y seguimiento a la situación de Chile por las particularidades del territorio en donde se espera implementar la TIE.

En cuanto al año 2024, el país mantiene su compromiso, mediante la asistencia a reuniones de coordinación virtuales y la participación en talleres prácticos.

En lo que respecta a **producción ganadera**, destaca el **proyecto RLA5086**, "Disminución de la Mortalidad de Trucha Arcoíris Asociada con el Virus de la Necrosis Pancreática Infecciosa y Enfermedades Emergentes mediante Técnicas Moleculares y OMIC", que tiene como objetivo fortalecer la acuicultura en América Latina y el Caribe, mediante la reducción de la mortalidad en la producción de trucha arcoíris, a través de la implementación de herramientas moleculares avanzadas para el diagnóstico y la selección genética, con un enfoque en mejorar la resistencia de los peces a enfermedades virales, como el IPNV, y emergentes.

En 2024, Chile participó activamente en la ejecución del proyecto, contribuyendo a la capacitación en diagnóstico molecular y al análisis bioinformático de datos asociados a la enfermedad en truchas, así como en la difusión de resultados a nivel regional.

En términos de gestión, se llevaron a cabo reuniones de coordinación virtuales entre la Oficial Técnica (TO), Carla Bravo, y las contrapartes chilenas del proyecto, para identificar expertos y datos destinados al curso de bioinformática realizado en 2024, además de coordinar los cursos de capacitación y la adquisición de insumos para el año 2025.

Asimismo, se han publicado materiales de difusión en redes sociales y revistas especializadas, como la revista internacional Infopesca, donde se publicó una nota (No. 72), elaborada por contrapartes de Chile y Uruguay, resaltando los avances en el desarrollo de truchas resistentes al IPNV en América Latina. De esta forma, se está promoviendo el impacto del proyecto y aumentando su visibilidad en la comunidad científica y productiva.

En el ámbito del diagnóstico temprano de enfermedades emergentes en truchas, se realizaron capacitaciones en Perú y Argentina, donde participaron representantes chilenos del laboratorio de Genómica Acuícola de la Universidad de Chile, tanto de forma virtual como presencial. Los



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

cursos de entrenamiento estuvieron enfocados en el diagnóstico molecular y la secuenciación de patógenos acuáticos, fortaleciendo la capacidad técnica en la región. Estas capacitaciones contaron con la participación de expertos internacionales y nacionales, y permitieron que los participantes adquirieran conocimientos en el uso de herramientas como PCR en tiempo real y secuenciación Nanopore.

En el ámbito de la mejora genética, las contrapartes chilenas en la Universidad de Chile han trabajado estrechamente con productores de trucha para integrar la selección genómica en los programas de cría de truchas resistentes al IPNV. Esto ha involucrado tanto el análisis de muestras de peces de desafío experimental como la implementación de análisis genómicos de peces infectados en campo. Además, Chile ha liderado estudios de asociación genómica (GWAS) para identificar marcadores moleculares de resistencia al IPNV y ha iniciado el desarrollo de un protocolo de secuenciación del genoma de este virus mediante tecnología Nanopore, lo que contribuirá a la generación de nuevas estrategias de control y prevención de enfermedades en acuicultura.

En cuanto al ámbito de seguridad alimentaria, destaca el **proyecto RLA5091**, titulado “Fortalecimiento de los Programas de Vigilancia de Residuos de Plaguicidas y Micotoxinas en los Alimentos mediante el establecimiento de un programa de pruebas de intercomparación”. Este se basa en la necesidad de asegurar que los alimentos consumidos en la región cumplan con los estándares de inocuidad y calidad necesarios para proteger la salud pública y facilitar el acceso a mercados internacionales.

Lo anterior, bajo el entendido que la presencia de residuos de plaguicidas y micotoxinas en alimentos es un problema significativo que puede tener consecuencias graves para la salud humana, incluyendo diversos tipos de cáncer, enfermedades hepáticas y trastornos inmunológicos, hormonales y neurológicos. Además, estos contaminantes afectan la capacidad de los países de la región para exportar productos agrícolas y pecuarios, lo que impacta negativamente en sus economías.

Para abordar estos desafíos, se realizaron diversas acciones, entre ellas, dos actividades preliminares, donde una de ellas fue una reunión de coordinación virtual, efectuada el 22 de abril de 2024, además de una misión de experto para establecer la línea base sobre las capacidades técnicas disponibles en América Latina y el Caribe, de acuerdo a antecedentes recabados en una encuesta virtual efectuada a los laboratorios que participan en el proyecto.

Posteriormente, se realizó una reunión presencial en Colombia, del 24 al 28 de junio, donde se abordó un Programa de Comparación entre Laboratorios para Laboratorios de Inocuidad de los Alimentos. En esta instancia, al evaluar la situación actual de los países, se estableció una fase inicial de capacitación en normativa ISO/IEC 17025 con la correspondiente transversalidad a las normas ISO/IEC 17034 e ISO/IEC 17043. Esto, en virtud de que los laboratorios que serán proveedores de pruebas de aptitud requerirán la implementación de las normas ISO/IEC 17034 e ISO/IEC 17043 para desarrollar las actividades correspondientes a la generación de ítems de prueba. La propuesta incluyó formación básica en estadística, debido a que estas herramientas son fundamentales para los proveedores de pruebas de aptitud, en virtud del diseño de estudios, análisis de datos, control de calidad, toma de decisiones, interpretación de resultados y cumplimiento normativo



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

En 2024, se participó en algunos cursos virtuales, destacando el Curso Regional sobre Laboratorios de Ensayo y Calibración ISO17025, que se llevó a cabo, de manera virtual, del 24 de septiembre al 24 de octubre, para capacitar a los y las participantes sobre la norma ISO17025 de laboratorios de ensayo y calibración. Participaron tres funcionarias del Subdepartamento de Química e Inocuidad de los Alimentos del Servicio Agrícola y Ganadero.

En otra oportunidad, se realizó la Capacitación Virtual sobre Estadística Básica, del 28 de octubre al 14 de noviembre, con el objetivo de capacitar a los y las participantes en estadística básica para apoyar los análisis de inocuidad alimentaria, específicamente la validación de métodos y ensayos de aptitud. Participaron dos funcionarias del Subdepartamento de Química e Inocuidad de los Alimentos del SAG.

En cuanto al área temática de **Salud Humana**, destaca el **proyecto RLA6085**, que apunta a reforzar las capacidades de los centros de ciclotrón/tomografía por emisión de positrones de la región. En este marco, las actividades realizadas en 2024 comenzaron con el “Curso Regional de Capacitación sobre Producción y Control de la Calidad de Radiofármacos para Tomografía por Emisión de Positrones (PET) Basados en [18F]-Fluoruro de Aluminio y Radiometales”, desarrollado del 22 al 26 de julio de 2024, en la Universidad Nacional Autónoma de México. En esta actividad participó un operador de ciclotrón externo y un analista de control de calidad del Departamento de Radiofarmacia de la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN).

Por otra parte, del 5 al 9 de agosto se efectuó el “Taller sobre Impacto de la Imagenología Molecular mediante Tomografía por Emisión de Positrones (PET) en Enfermedades No Transmisibles (ENT)”, en Costa Rica. El objetivo fue concientizar a las autoridades sobre la importancia y el impacto de las tecnologías PET para beneficio de la población, considerando que el cáncer es la principal causa de muerte en la mayoría de los países de la región. Para esto se convocó a un representante de Políticas Públicas del Ministerio de Salud y al director del único centro de diagnóstico e imagenología público de nuestro país, el Instituto Nacional del Cancer (INCANCER). Dada la importancia del evento, desde la CCHEN también propone la participación del Jefe de la División de Producción y Servicios.

Otra actividad a destacar tuvo lugar del 23 al 27 de septiembre de 2024, en Coimbra, Portugal, donde se realizó el Curso Regional de Capacitación sobre Producción y Control de Calidad de Radiofármacos por Tomografía por Emisión de Positrones (PET) basada en Radiometales. En la oportunidad, asiste un operador de síntesis del ciclotrón del Departamento de Radiofarmacia de la CCHEN. Esta instancia se enmarca en la proyección que tiene la Institución en la generación de una nueva línea de trabajo que se traduce en investigación y desarrollo de radiometales y nuevos radiofármacos que sean de interés médico. Existe una motivación por parte del equipo del área para explorar nuevas alternativas en la producción de radioisótopos de ciclotrón, lo que, ciertamente, contribuiría a alcanzar los diferentes objetivos que se ha propuesto la autoridad sanitaria del país.

Del 28 de octubre al 1 de noviembre de 2024, se realizó el Taller Regional sobre Requisitos Regulatorios Sanitarios para Radiofármacos, en La Habana, Cuba, con la finalidad de armonizar labores entre el regulador y el productor, homogenizando criterios y estableciendo compromisos para la elaboración de radiofármacos más seguros y con los estándares de calidad necesarios para la salud de la población. Asiste la directora técnica del Departamento de Radiofarmacia de la CCHEN, junto a una funcionaria del ente regulador de Chile, que corresponde al Instituto de salud Pública (ISP).



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

Luego en noviembre, del 25 al 28, tiene efecto el Taller Nacional de Radiofarmacia PET en el Sistema Público en Chile, un taller de carácter abierto a la comunidad CCHEN y a grupos de interés externos a la Institución, como médicos nucleares, físicos médicos, tecnólogos médicos oficiales de protección radiológica, químicos farmacéuticos, operadores de ciclotrón, químicos analistas, etc. Asistió el Dr. Mario Marengo, experto del OIEA, especialista en operación, mantenimiento, control de calidad de los sistemas y de producción de un Centro Ciclotrón-PET y en equipos de Instrumentación Nuclear con nuevas tecnologías. Se cuenta además con la participación de relatores internos de la CCHEN y de centros externos, como Positrón Pharma, Ministerio de Salud y Clínica Las Condes. Asistieron más de 50 personas, en modalidad presencial, y 30 virtual.

Finalmente, del 2 al 6 de diciembre de 2024, se realiza la Reunión final de coordinadores/as, en Lima, Perú, con la finalidad de realizar un análisis detallado del cumplimiento de los objetivos trazados en el proyecto, revisar las metas alcanzadas y discutir las dificultades detectadas, dejando un testimonio escrito de gran interés en cuanto a los logros de cada país y del avance a nivel regional.

En lo que respecta al **proyecto RLA6089**, la contraparte nacional informa que se ha participado tanto en el diseño como en la planificación y ejecución del proyecto, enfatizando que se asistió a todas las reuniones de coordinación, y se organizó un taller de cierre del proyecto, que tuvo efecto del 2 al 6 de diciembre de 2024. Asistieron al taller representantes de los 12 países participantes, junto a la responsable de nutrición por parte del OIEA, Alexia Alford.

Por otra parte, cabe mencionar el **proyecto RLA6091**, que busca incrementar la capacidad de los físicos médicos para mejorar la calidad y la seguridad de las prácticas médicas. Al respecto, durante 2024, se continuaron desarrollando las actividades programadas, comenzando por la Reunión Intermedia de Coordinadores Nacionales del proyecto, celebrada en Viena, Austria, del 29 de enero al 2 de febrero, y que contó con la participación del representante de Chile, José Luis Rodríguez, contraparte y coordinador nacional del proyecto. Los y las participantes revisaron el trabajo realizado hasta ese momento en los dos años anteriores, discutiendo las dificultades, oportunidades y desafíos del proyecto para finalmente elaborar el plan de trabajo para los años 2024-2025.

Chile, además, participó en uno de los cursos regionales de entrenamiento. Adicional a ello, se realizaron múltiples reuniones virtuales y se crearon varios grupos de trabajo, tanto en radiodiagnóstico como en medicina nuclear, con diferentes tareas asignadas.

En cuanto al **proyecto RLA6092**, titulado “Fortalecimiento del Uso de Técnicas Avanzadas y Esquemas de Hipofraccionamiento de la Radioterapia en los Países de la Región”, parte de las principales actividades desarrolladas en 2024, en lo que respecta a la participación de Chile, destaca la reunión de inicio del proyecto, realizada en Lima Perú, del 18 al 22 de marzo de 2024. El objetivo de este encuentro fue conformar el grupo de trabajo y unificar conceptos para abordar el plan de trabajo del proyecto.

Es preciso mencionar que, dada la tardía incorporación de Chile, la contraparte nacional, Dra. Rebeca Schwartzmann, debió presentar en forma virtual la situación país.

Por otra parte, cabe destacar la participación de Chile en cursos y actividades realizadas en el año, como el Curso regional de formación sobre radioterapia de arco volumétrico modulado



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

(VMAT) y radioterapia guiada por imágenes (IGRT), que tuvo como sede la MD Anderson, Houston, EE.UU., del 07 al 11 de agosto de 2024. En la oportunidad, el Dr. Mauricio Reyes, del Instituto Nacional de Cáncer, fue seleccionado para participar.

Tras participar, el enviado chileno compartió las presentaciones de las clases a los tecnólogos médicos, físicos médicos y colegas del centro al que pertenece. En tanto, consultado al respecto, comentó que “he cambiado mi visión sobre los tratamientos con VMAT e IGRT. De hecho, ya la hemos realizado en la gran mayoría de las patologías infantiles y adultas por su rapidez y seguridad, incluso en comparación con la IMRT tradicional”.

También se realizó el Curso Regional de Formación sobre Introducción a los Aspectos Administrativos de la Oncología Radioterápica para Personal Administrativo, en MD Anderson, Houston, EE.UU., del 19 al 23 de agosto de 2024, oportunidad a la que asistió la Dra. Mariela Silva, médico jefe de Oncología del Hospital Regional de Valdivia.

La representante chilena comenta que la experiencia “fue extremadamente provechosa. El centro visitado (MD Anderson Cancer Center) es espectacular. Nos permitieron una visión global de todo el trabajo del centro, de cómo integraban investigaciones, estudios clínicos, medicina preventiva, además de ver el desarrollo de integración de la inteligencia artificial a la oncología.

Es un centro que está a la vanguardia a nivel mundial. En Latinoamérica se requiere desarrollar e implementar en mayor medida la inteligencia artificial al trabajo. Me encantó la idea de tener segundas opiniones clínicas y revisiones dosimétricas de planes complejos con el equipo del MD Anderson. El modelo de calidad y seguridad en la atención de los pacientes que nos mostraron fue extremadamente interesante e inspirador”.

Sobre el **proyecto RLA6093**, titulado “Fortalecimiento de las Capacidades Regionales en el Uso de Técnicas de Medicina Nuclear en un Abordaje Multimodal Cardio-Oncológico en Pacientes con Cáncer”, destaca la participación de Chile en esta instancia, a través de la Dra. Teresa Massardo, del Hospital Clínico de la Universidad de Chile; y del Dr. Enrique Hiplan, del Hospital Regional Base de Valdivia.

De este modo, cabe mencionar que el Dr. Hiplan asistió a la primera Reunión de Coordinación que se llevó a cabo en Panamá, del 19 al 23 de febrero de 2024, donde presentó las condiciones de la cardiooncología en Chile.

Se participó en Congreso organizado por el Colegio Americano de Cardiología, sesión América Latina (ACC LA 2024) que se celebró en Punta Cana, República Dominicana, del 19 al 21 septiembre de 2024. En la oportunidad, se presentó el póster titulado “Cómo el Organismo Internacional de Energía Atómica puede apoyar la gestión de la cardiotoxicidad en un enfoque de cardio-oncología-multimodalidad en pacientes con cáncer en América Latina”, de A. Peix, M. Bazan, CT. Mesquita, R. Aguero, F. Dettori, T. Massardo, E. Hiplan, C. Gutierrez-Villamil, S. Flores, I. Berrocal, M. Vargas, M. Sanchez, J. Coss, VV. Gomez, M. Fonseca, K. Abadi, A. Puente, V. Rosales, L. Chen, Y. Herrera, M. Arnal, A. Mendoza, O. Alonso, E. Estrada-Lobato, D. Paez.

Chile participa, a través del Dr. Alfredo Parra y del Dr. Pablo Hidalgo, en el Curso realizado en El Salvador. El Dr. Parra es becado de cardiología, con cargo de planta del Hospital Clínico de la Universidad de Chile; y el Dr. Hidalgo, especialista en medicina nuclear, médico de planta del Hospital Base de Valdivia. Ambos participarán en la formación de grupos de cardiooncología locales en sus respectivos centros, de ahí que su participación en esta instancia ha sido clave.



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

Por su parte, el Dr. Alejandro Rojas, actual especialista de medicina y planta en HCUCH, participó en la Conferencia Internacional sobre Imagen Híbrida IPET 2024, del 7 al 11 de octubre de 2024, en Viena, Austria, donde presentó el poster titulado “Papel de un cuidadoso control de calidad de la adquisición e interpretación en la ventriculografía multifocal en un paciente cardioncológico”, de A. Rojas, T. Massardo, O. Barajas, E. Chaigneau, J. Dupouy, A. Matamala y F. Gomez, parte del Atlas de Imágenes Cardiovasculares en Mujeres, Editor Jefe, Dr. Miguel Kapitan, en revisión por parte del OIEA. A fines de 2024, en diciembre, se participa en el Congreso SOCHICAR Chile 2024, en el marco del cual se asiste a charlas de cardioncología SIAC.

En lo que respecta al área **Ambiente, el proyecto RLA5089**, titulado “Evaluación del impacto de los metales pesados y otros contaminantes en suelos contaminados por actividades antropogénicas y de origen natural”, cabe mencionar que durante el año 2024, se desarrollaron actividades tendientes a fortalecer las capacidades del Departamento de Recursos Tecnológicos Compartidos, que corresponde a una unidad analítica perteneciente a la CCHEN, mediante la capacitación de dos funcionarias de esta Unidad. Por lo anterior, este proyecto ARCAL ha contribuido enormemente con el fortalecimiento institucional de la CCHEN, en su calidad de Instituto Tecnológico del Estado de Chile. Además, la Jefa del Departamento de Recursos Compartidos participó en el primer ensayo de aptitud PTNATIAEA-21.

A lo anterior, se suma la realización del trabajo de campo del proyecto piloto planificado para el año 2024. El muestreo se realizó en el marco del proyecto piloto en la Región de O’Higgins. Allí se tomaron 35 muestras, que fueron obtenidas con el barreno entregado por el proyecto ARCAL. Por cada punto de muestreo se adquirieron tres muestras, lo que conforma un total de 105 muestras. Esta actividad fue posible gracias al financiamiento otorgado por la Universidad de Chile.

Estas actividades, en su conjunto, dan cuenta del fortalecimiento de la Unidad de Recursos Tecnológicos Compartidos así como también, del Centro de Tecnologías Nucleares en Ecosistemas Vulnerables -ambos de la CCHEN- mediante el desarrollo de la Geoquímica Ambiental.

En el marco del **proyecto RLA7029**, titulado “Mejora de las capacidades regionales para evaluar la disponibilidad y calidad del agua dulce mediante técnicas de hidrología isotópica”, se ha generado un equipo de trabajo técnico compuesto por representantes de la Universidad de Concepción y la Dirección General de Aguas, para coordinar actividades de promoción de las técnicas de hidrología isotópicas. Tres profesionales de nuestro país realizaron actividades de perfeccionamiento en México y Austria.

Durante el año 2025 se proyecta desarrollar una base de datos y coordinar un grupo WhatsApp entre profesionales chilenos que trabajan en el marco de la hidrología isotópica. Además, se efectuarán actividades en conjunto con el proyecto CHI0023, Creación de capacidad para aplicaciones de la ciencia y la tecnología nucleares. Se realizará un curso de Hidrología Isotópica en Santiago de Chile, entre el 30 de junio y el 4 de julio del 2025.

En forma paralela, mediante aportes del proyecto RLA7029, se pretende realizar un estudio de hidrología isotópica, usando  $^{15}\text{N}$ - $\text{NO}_3$ ,  $^{18}\text{O}$ ,  $^2\text{H}$  y  $^{222}\text{Rn}$  en la cuenca del río Caliboro, afluente del río Biobío, con el fin de estudiar las fuentes de contaminación que afectan dicho curso de agua.



En lo que concierne al **proyecto RLA7026**, cuyo título es “Evaluación de la contaminación ambiental orgánica e inorgánica en medios acuáticos y su impacto en el riesgo de cianobacterias productoras de cianotoxinas”, cabe destacar que los cursos y capacitaciones en los que se participó en 2024 han permitido actualizar y armonizar procedimientos en técnicas fisicoquímicas e isotópicas (agua) e implementar técnicas de identificación morfológica. Hasta la fecha se ha mantenido la implementación de técnicas moleculares y procedimientos para el ensayo de detección de MC total (ELISA).

Labtox adquirió con fondos locales una cámara digital de alta resolución (Color Zeiss Axiocam 2008) que se instaló en un microscopio invertido Olympus IX71 existente. Se utiliza para obtener fotomicrografías de alta resolución del seguimiento. Actualmente, se está en proceso de adquisición de una incubadora de fotoperiodo para el cultivo de las cepas de cianobacterias aisladas.

Chile ha recibido un lector de absorbancia en microplaca y dos kits para la detección de microcistinas en agua (9.626,60 euros). Este equipamiento complementará los datos obtenidos a través del monitoreo rutinario en el Lago Llanquihue (morfológico y fisicoquímico) con la detección de cianotoxinas (MCs) que tienen la capacidad de producir cianotoxinas. Además, Labtox está en proceso de validación de la técnica analítica AOAC 2005.06 para la determinación de analitos del grupo STX, un grupo de toxinas que son producidas por cianobacterias en aguas continentales.

En cuanto al fortalecimiento del capital humano, cabe destacar que Chile ha participado en los siguientes cursos:

- Curso regional de formación sobre ácidos nucleicos - Extracción e identificación de cianobacterias por PCR | Sonora, México | 11 al 15 de marzo | Asistió: Tamara Villalobos, Labtox.
- Curso regional de formación sobre el análisis físico-químico de las aguas para la determinación del índice de estado trófico y de las microcistinas | Santa Marta, Colombia | 8 al 19 de abril | Asistió: Tamara Villalobos (Labtox) y Angelina Bustos (Sernageomin).
- Reunión virtual de coordinación a medio plazo RLA7026 | Viena, Austria | 8 al 10 de octubre | Asistió: Tamara Villalobos y Carlos García (Labtox) y Angelina Bustos (Sernageomin).
- Curso regional de formación sobre muestreo de isótopos de nitrato y Rn-222 en agua dulce | San Salvador, El Salvador | 22 al 26 de Enero | Asistió: Hans Kauffmann (Sernageomin).
- Curso regional virtual de formación sobre interpretación de isótopos de NO<sub>3</sub>, cartografía de fuentes de contaminación y compilación de datos | Viena, Austria | 2 al 6 de Diciembre | Asistió: Hans Kauffmann, Marco Suárez, Loreto Morales y Angelina Bustos (Sernageomin).

Hasta la fecha, el equipo ha participado en un total de diez reuniones, incluyendo los cuatro grupos de trabajo. Además, los expertos nacionales han celebrado cinco reuniones locales para coordinar las actividades y el progreso del proyecto. Además, se han realizado cuatro estudios de seguimiento en el lago Llanquihue (Chile), en los que los datos obtenidos se han realizado de acuerdo a las directrices establecidas por los grupos de trabajo isotópico, fisicoquímico y morfológico.

Cabe destacar que este año se realizó una reunión con los actores de la región (autoridades locales, servicios regionales de salud, medio ambiente, ciencia y alcaldes de la región) para



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

presentar el proyecto y explicar cómo los resultados servirán de base para futuras decisiones medioambientales y sanitarias. Los avances realizados por Chile y su participación en el proyecto regional y su contribución a la salud y medio ambiente de la comunidad se publicaron en los periódicos regionales, El Llanquihue, Puerto Montt ([ver nota](#)) y Austral de Osorno ([ver nota](#)).

Además, el proyecto se ha difundido entre las autoridades de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, con el fin de posicionar el alcance del proyecto a nivel institucional ([ver nota](#)).

Además, se firmó un convenio marco de cooperación científica y técnica en ciencias entre el Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin) y la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, que fortalecerá los aportes y cumplimiento de objetivos para el desarrollo efectivo del proyecto por parte de Chile.

Por otra parte, Chile ha recopilado toda la información nacional relacionada con la incidencia y prevalencia de los cianoHABs, detallando aspectos como especie, género, toxicidad y perfil de toxinas identificadas en cada región del país. Asimismo, se continúa recolectando información en terreno a través del plan de monitoreo 2024 en la zona de estudio.

Los procedimientos de muestreo e identificación microscópica de cianobacterias han sido armonizados por los equipos de trabajo. Los procedimientos para la determinación de parámetros fisicoquímicos e isotópicos (agua) han sido armonizados por los expertos del Sernageomin.

Labtox se encuentra actualmente en proceso de adquisición de una incubadora de fotoperiodo para iniciar en 2025 las fases de cultivo de las cianobacterias detectadas y redistribuidas a través de instituciones colaboradoras.

En lo que se refiere al objetivo relacionado con la instalación de capacidades para el uso de técnicas nucleares en el análisis de saxitoxinas producidas por cianobacterias y caracterización isotópica de contaminantes en cuerpos de agua de ALC, se han celebrado hasta la fecha las siguientes reuniones y cursos:

- Curso Regional de Capacitación en Muestreo de Isótopos de Nitrato y Rn-222 en Agua Dulce | San Salvador, El Salvador | 22 al 26 de enero de 2024 | Asistió Hans Kauffmann (Sernageomin).
- Curso de Capacitación Virtual sobre Muestreo y Monitoreo Design de Isótopos en Agua Dulce | Viena, Austria | 5, 12, 19, 26 de octubre y 3 de noviembre de 2024 | Asistió: Hans Kauffmann (Sernageomin).
- Curso regional virtual de formación sobre interpretación de isótopos de NO<sub>3</sub>, cartografía de fuentes de contaminación y compilación de datos | Viena, Austria | 2 al 6 de diciembre de 2024 | Asisten: Hans Kauffmann, Marco Suárez, Loreto Morales y Angelina Bustos (Sernageomin).

El componente isotópico está siendo desarrollado por el equipo de expertos del Laboratorio de Isótopos del Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin), que cuenta con el equipamiento adecuado y los protocolos armonizados y acreditados para estos fines. Así, Chile ya realiza el análisis de isótopos estables  $\delta D$  y  $\delta^{18}O$  y está involucrado en la fase de evaluación



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

para la implementación de técnicas para la determinación de isótopos de nitratos ( $\delta^{15}\text{N}$  y  $\delta^{18}\text{O}$  del  $\text{NO}_3^-$ ).

En cuanto al **proyecto RLA7028**, este aborda seis componentes de investigación, donde destaca, a nivel nacional, la participación del Laboratorio de Toxinas Marinas de la Universidad de Chile (Labtox) de la Universidad de Chile (contraparte Dr. Benjamín Suárez) y del Instituto de Fomento Pesquero (contraparte Dr. Gastón Vidal).

La primera institución participa desarrollando los componentes de comunicación, biotoxinas marinas y microplásticos, mientras que la segunda tiene a su cargo los componentes de floraciones algales nocivas, acidificación en el océano, contaminación marina y carbono azul.

La primera reunión se realizó en Santa Marta, Colombia, del 4 al 8 de marzo de 2024, con la presencia de los 18 países que forman parte, más la presencia de funcionarios del OIEA. Participaron como contrapartes el Dr. Benjamín Suárez y el Dr. Gastón Vidal. En esta reunión se definieron los grupos de trabajo y las contrapartes nacionales para cada componente de investigación, se identificaron las capacidades y debilidades de cada país en el ámbito de cada componente y se elaboró un programa de trabajo que busca lograr que cada país cuente con capacidades mínimas analíticas y de equipamiento, bajo procedimientos estandarizados que le permita implementar monitoreos en su país y reportar a una base de datos regional.

A continuación, se presenta un breve resumen de las actividades realizadas en cada componente durante el año 2024.

Sobre el componente de Comunicación, del 26 al 30 de agosto de 2024, se organizó en Chile la "Reunión para el desarrollo de la estrategia de comunicación que fortalezca la participación de las partes interesadas en Medio Ambiente Marino en América Latina y el Caribe", desarrollado en dependencias de la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN). La organización y coordinación del evento estuvo a cargo de la contraparte nacional de la Universidad de Chile y de la CCHEN. Participaron comunicadores y comunicadoras de REMARCO, junto a representantes de las partes interesadas de los países participantes. El objetivo fue elaborar y coordinar la implementación de una estrategia comunicacional.

Por otro lado, Chile, desde 2019 a la fecha, por medio del Labtox (RLA7022), es responsable de mantener y dar soporte al sitio web de REMARCO ([www.remarco.org](http://www.remarco.org)) y sus cuentas en redes sociales (Facebook, LinkedIn y YouTube), poniendo a disposición para el proyecto su servidor web para almacenar y respaldar las bases de datos.

En cuanto al componente de Floraciones de Algas Nocivas (FAN y biotoxinas marinas), durante el año 2024, Labtox elaboró un capítulo del Libro de Monitoreos de FAN en Latinoamérica y el Caribe, que resume los resultados de dichos monitoreos sobre floraciones de algas nocivas realizados entre los años 2020 y 2023 en Chile.

En septiembre de 2024, se capacitaron en dependencias de Labtox tres profesionales de Uruguay, que participan en el proyecto ARCAL RLA7028. La capacitación estuvo orientada a la metodología de Espectrometría de Masas (LC-MS/MS) para la determinación de Biotoxinas Marinas Lipofílicas. Los recursos para financiar esta capacitación fueron otorgados por la División de Recursos Acuáticos de Uruguay (DINARA) y el Laboratorio de Toxinas Marinas de la Universidad de Chile.



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

Por otro lado, Labtox ha sido responsable -desde el año 2023 (RLA7025)- de desarrollar y mantener una plataforma web para la gestión de la información de los eventos de FAN ocurridos en la región, como parte de los resultados del proyecto.

Lo que respecta al componente de Microplásticos, del 11 al 14 de noviembre de 2024, un investigador del Laboratorio participó en la Reunión Regional para la Armonización de los Protocolos para la Determinación de Microplásticos en Agua y Sedimentos en Zonas Marino-Costas”, desarrollado en Mar del Plata, Argentina. En el evento también participaron investigadores e investigadoras de los países que integran el proyecto RLA7028, para discutir sobre el establecimiento de criterios comunes a nivel regional para recolectar y analizar microplásticos de menos de 300 micras en agua de mar superficial, columna de agua y sedimentos finos, mediante la discusión y la elaboración de borradores de protocolos armonizados.

Durante el año 2024, Labtox realizó ocho muestreos para monitorear la contaminación marina por microplásticos en arena en playas de Chiloé (Región de Los Lagos) y en la zona centro norte del país (regiones de Valparaíso y Atacama). Actualmente, estas muestras están en proceso de análisis, mediante microscopía confocal Raman. Adicionalmente, se elaboró un capítulo para el TecDoc “Microplásticos en arenas de playas de Latinoamérica y el Caribe”, que reúne los resultados de los monitoreos, evidenciando el estado de la contaminación por microplásticos en las zonas marino-costera de los países de la región.

Chile, por medio de Labtox, desde el año 2019 (RLA7022), es responsable de desarrollar y mantener una plataforma web para la gestión de la información de los resultados de los monitoreos de microplásticos realizados en arena de playa, agua superficial, columna de agua y sedimentos marinos por el proyecto.

En lo que respecta al componente de Acidificación, entre el 6 y 10 de mayo de 2024, la Dra. Vellojín de IFOP participó en el Curso Regional de Capacitación y Entrenamiento sobre Medición del Sistema de Carbonatos para la Evaluación del Indicador de Acidez Media del Mar, impartido en el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR), en Santa Marta, Colombia.

El conocimiento adquirido en el curso de capacitación y el soporte permanente que ha brindado, principalmente INVEMAR, ha facilitado que IFOP implemente la metodología para la determinación de Alcalinidad total (AT) y pH en muestras de agua de mar. Con estas capacidades, IFOP ha establecido una red de monitoreo de acidificación oceánica en 27 estaciones de muestreo, 21 de ellas ubicadas en el mar interior de Chiloé y Aysén (41–46°S) y 6 en el Golfo Almirante Montt (53°S). Los resultados serán informados en el primer semestre de 2025 para ser incluidos en la Red REMARCO.

Sobre el componente de Contaminación Marina, este se ha implementado priorizando el desarrollo metodológico para el análisis químico de nutrientes y el análisis de clorofila-a, basado en imágenes satelitales para ecosistemas marinos.

El diagnóstico para la medición de ambas variables en los 18 países participantes en el proyecto arrojó como resultados que existe una amplia variedad de métodos en uso, algunos de ellos, posiblemente incorporen una mayor incertidumbre en los resultados. Para abordar esta problemática se han realizado reuniones con expertos, entre ellos, Dany Ghafari, responsable de Gestión de Programas del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en



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

Nairobi; y el Dr. Genki Terauchi (Japón), investigador senior del Centro de Cooperación Medioambiental de la Región del Pacífico Noroccidental. Su asesoría ha permitido establecer criterios que debieran ser incorporadas en un procedimiento estandarizado para que los resultados de nutrientes y clorofila-a que reporte cada país estén bajo un estándar común.

Los resultados de este componente serán muy beneficiosos para IFOP por cuanto permitirán revisar procedimientos y fortalecerlos, a saber, IFOP cuenta con un autoanizador de flujo continuo segmentado QuAAtro39 que opera con métodos estandarizados, entre ellos, Method Q-054-04 Rev.2, December 2011-NO<sub>2</sub>; method Q-119-11 Rev.2, December 2016-NO<sub>3</sub>; method Q-048-04 Rev.3, August 2016-PO<sub>4</sub>; method Q-050-04 Rev.2, December 2016 SiO<sub>2</sub>. Todo ello para análisis de muestras provenientes del extremo sur austral del país y que le permite caracterizar condiciones ambientales que favorecen las floraciones de algas nocivas y por otro lado, evaluar los efectos de la acuicultura sobre los ecosistemas donde se emplazan.

Finalmente, en cuanto al componente de Carbono azul, el desarrollo de este componente, durante 2024, se abordó a nivel de expertos para desarrollar procedimientos metodológicos que permita incorporar a las demás instituciones contrapartes con menos experiencia en esta materia. Por tanto, IFOP -sin mucha experiencia previa- no tuvo participación durante el primer año de proyecto.

De todos modos, a mediados de 2024, se recibió una guía denominada "Guía sobre el uso de sedimentos para reconstruir el historial de contaminación de las zonas costeras", que ha sido útil para desarrollar un diseño metodológico que permitirá realizar un muestreo en el Estero Quitralco, en la Región de Aysén, con el objetivo de cuantificar el contenido de carbono acumulado en sus sedimentos, diferenciando lo que proviene de origen natural de lo antrópico. El muestreo se realizará el primer semestre de 2025, coincidiendo con el primer curso que se realizará dentro del proyecto RLA7028, denominado "Curso regional de formación sobre la aplicación de técnicas nucleares e isotópicas para evaluar las reservas de carbono y las tasas de acumulación en praderas marinas".

Por último, el aporte anual efectuado por ambas instituciones, bordean los EUR\$14.900, gran parte de ellos obedece a la valorización del uso de equipamiento y capacidades instaladas por parte de la Universidad de Chile, que brinda soporte al proyecto, dedicación en horas de personal especializado que apoya el desarrollo y la ejecución del proyecto, y gastos en habilitación de infraestructura, compra de insumos y equipos necesarios para la implementación de técnicas analíticas.

En cuanto al área de **Energía**, el **proyecto ARCAL RLA2018**, titulado "Apoyo al desarrollo de planes energéticos integrales considerando el clima, la tierra, la energía y el agua en América Latina y el Caribe", significó para Chile un fuerte apoyo en cuanto al fortalecimiento de capital humano y de redes interinstitucionales e internacionales. Lo anterior, dado que se asistió a la reunión de inicio del proyecto, realizada en Montevideo, Uruguay, del 15 al 19 de abril, donde participaron representantes de 17 países. En la ocasión, se expusieron metodologías nacionales de planificación energética y se generó el plan de trabajo que considera actividades hasta el año 2027.

A su vez, en septiembre se participó en el Taller subregional sobre modelos de planificación para el análisis de los sistemas de energía, agua, uso del suelo y clima, mediante la asistencia de tres profesionales que representaron al Ministerio de Energía, la Dirección General de Aguas y la



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

Comisión Nacional de Energía. Esta participación fue crucial para interiorizarnos en la metodología de CLEW e iniciar las primeras discusiones sobre los desafíos que nos permitan dimensionar los requerimientos y limitaciones que pudieran existir para su aplicación en Chile. En forma paralela, Chile participó en el curso virtual de MESSAGE, herramienta base del proyecto.

Finalmente, cabe destacar el **proyecto RLA0073** titulado “Fortalecimiento de la igualdad de género en las instituciones nucleares nacionales”, primer proyecto de cooperación técnica enfocado en género. Su objetivo es apoyar la incorporación de una perspectiva inclusiva y de la promoción de la participación de las mujeres en las ciencias y tecnologías nucleares.

En este contexto nuestro país ha adherido a la iniciativa con las siguientes actividades:

### **Participación en reuniones**

- 1ª Reunión de Coordinación de WIN ARCAL | 3-4 de marzo de 2024 (Virtual). Planificación de actividades y se realizó presentación de WIN Chile. En la reunión se conversó sobre el plan de trabajo para el 2024, definición de prioridades, fechas y responsabilidades.
- Participación en la Conferencia Anual de Win Global y 1º Congreso de WIN ARCAL, en Ciudad de México, en forma presencial.
  - Participación en reuniones de planificación de WIN ARCAL.
  - Elaboración y presentación de video de WIN Chile, el cual fue presentado durante el desarrollo del evento.
  - Participación en las diversas conferencias temáticas que se presentaron.
- El 27 de noviembre se sostuvo una reunión con representantes de WIN México con la finalidad de compartir con ellas nuestra experiencia en el proceso de implementación del capítulo Win Chile.

### **Actividades relevantes**

- La actividad principal realizada en apoyo al proyecto fue la organización, en calidad de país sede, de la Escuela Regional de Liderazgo en el ámbito nuclear para jóvenes profesionales en América Latina y El Caribe. Además de actuar como país anfitrión, por parte de Chile se promovió la participación de representantes nacionales, contando con la asistencia de cuatro mujeres a este taller.
- En conjunto con la red de Mujeres Ingenieras de Chile, se organizó un programa piloto de Mentoría Vocacional en STEM, de expertas de la CCHEN a niñas escolares, cuyo objetivo fue impulsar la mayor incorporación de niñas a las disciplinas de STEM. Para ello, se invitó a un grupo de mujeres STEM de la CCHEN que se desempeñan en diversas áreas productivas de la CCHEN para ejercer el rol de mentoras. Por otro lado, se invitó a niñas jóvenes escolares en sus dos últimos años de colegio que tuvieran interés en participar como mentees. El programa incluyó actividades grupales y encuentros uno a uno entre mentora y mentee. Julio de 2024.
- Vinculación con otras redes nacionales de mujeres, en áreas afines. Con el fin de visibilizar, apoyar y realizar sinergias con otras redes de mujeres, se participó en actividades y reuniones de la Red de Mujeres en no Proliferación, apoyándolas también en su proceso de conformación



como red. Por su parte, también se les invitó a participar en actividades WIN Chile. Esto se suma a vinculación ya establecida con la Red de Mujeres Ingenieras.

## ***2. PARTICIPACIÓN DE LA COORDINADORA NACIONAL EN ACTIVIDADES DE ARCAL***

En agosto de 2024 asumió la nueva Coordinadora Nacional de ARCAL, Rommy Casanueva, quien -a la fecha (y hasta mayo de 2025)- ocupa el cargo de Punto Focal de Comunicaciones de ARCAL. Dado que el año pasado, el Acuerdo ARCAL conmemoró sus 40 años, la mayor parte de sus tareas se enfocaron en la ejecución del plan de comunicaciones que incluyó las actividades de conmemoración.

En ese marco, y tal como se describió al inicio de este informe, Rommy Casanueva hizo uso de una beca para realizar una pasantía en el Departamento de Cooperación Técnica – Sección América Latina y el Caribe, para colaborar en la organización y ejecución de las actividades programadas por los 40 años de ARCAL.

En su rol de Coordinadora Nacional, en 2024 participó en la Reunión del Órgano de Representantes de ARCAL (ORA), que se realizó en septiembre de 2024, en el marco de la 68° Conferencia General del OIEA. En la oportunidad, los máximos y máximas representantes de los 21 países de América Latina y el Caribe que forman parte del Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe (ARCAL) analizaron avances y desafíos en la implementación de los proyectos regionales en el ámbito de cooperación técnica. Asimismo, discutieron estrategias para fortalecer el uso pacífico de la ciencia y tecnología nucleares en áreas clave, en beneficio del desarrollo sostenible de la región.

Uno de los puntos centrales de la reunión fue la presentación preliminar de la evaluación de impacto de los proyectos en los países miembro. En este contexto, se destacó la importancia del apoyo brindado por el OIEA y la colaboración entre las naciones de la región para el éxito de las iniciativas.

En el encuentro, Rommy Casanueva presentó el programa de actividades que tuvo lugar en 2024, en el marco de los 40 años de ARCAL.

Además de participar en las actividades programadas para el 40 aniversario de ARCAL que tuvieron lugar en Viena, Austria, también participó, junto al NLO del país, Luis Huerta Torchio, en la segunda Reunión de Estrategias para la incorporación de iniciativas emblemáticas en los programas nacionales y regionales de cooperación técnica de América Latina, que se realizó en Viena, el lunes 25 y viernes 29 de noviembre de 2024.

Otras reuniones de trabajo que tuvieron lugar en el periodo tuvieron relación con los grupos de trabajo transversales de ARCAL, donde participa la coordinadora nacional de Chile -esto es el Grupo de Manual de Procedimientos y el Grupo de Evaluación de Impacto.

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



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

En lo que respecta al **proyecto RLA0070**, cabe destacar que en 2024 se llevaron a cabo todas las actividades planificadas bajo este marco, sobre todo en lo relacionado con dos grandes hitos, que son, por una parte, el proceso de medición de impacto que se desarrolló, y que incluyó, además de reuniones técnicas para coordinar y realizar seguimiento del proceso, una serie de misiones de experto, que tuvieron como objetivo conversar en terreno con beneficiarios y beneficiarias, para observar y visualizar el impacto de la cooperación técnica y de la cooperación sur-sur en los países de América Latina y el Caribe.

Por otra parte, otro hito relevante del año fue el desarrollo del programa de actividades con el que se conmemoró el 40 aniversario de ARCAL. Otras actividades, como la XXV Reunión del Órgano de Coordinación Técnica (OCTA) de ARCAL y, posteriormente, la Reunión del Órgano de Representantes de ARCAL (ORA), durante la 68ª Conferencia General del OIEA, se llevaron a cabo con éxito.

En cuanto al **proyecto RLA1020**, uno de los mayores logros en el contexto de este presente proyecto durante 2024 fue el inicio de una investigación a nivel nacional relacionada con el efecto de la radiación sobre mezclas de polipropileno con elastómeros termoplásticos realizado por la estudiante del magister en Ingeniería Química de la Universidad de Chile, Valentina del Pico. Además, se avanzó en el estudio del efecto de nanopartículas sobre el desempeño de polietilenos de mediana densidad, a cargo de la estudiante del Magister en Ingeniería Química de la Universidad de Chile, Stephania Neira, de la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN). Ambas estudiantes realizan sus investigaciones bajo la supervisión de Humberto Palza.

Esta investigación se realiza gracias a la colaboración y participación de la CCHEN, quien da la facilidad para utilizar sus equipos de radiación gamma. En particular, se ha avanzado en la formalización de los protocolos para irradiar las muestras. Otro logro relevante para los objetivos del proyecto, es que se ha seguido mostrando a las empresas de packaging que requieren adquirir o desarrollar nuevas tecnologías para valorizar los residuos del polipropileno postconsumo, el uso de energías ionizantes para mejorar el desempeño de este material, sobre todo para su mezcla con otras partículas de refuerzo. Ejemplo de empresas con quien se ha podido seguir conversando sobre el impacto de estas tecnologías es Carozzi (alimentos), AB Chile (asociación gremial de Alimentos y Bebidas de Chile), y el Centro de Envases y Embalajes de Chile (CENEM).

Respecto a las dificultades, se destaca el cobro por el servicio de irradiación por parte de CCHEN para las muestras, que restringe el número de experimentos a realizar.

En cuanto al **proyecto RLA5085**, la mayor dificultad tuvo relación con la gestión administrativa para la organización del Curso en el que fuimos anfitriones. Debido a el Servicio debe contar con una autorización para que se puedan recibir donaciones de cualquier tipo, todo esto sustentado mediante una resolución exenta. Luego de esto, no podemos hacer compras ni contratos fuera del sistema de compras públicas, por lo cual fue lento, engorroso y con atrasos en contar con los recursos y hacer los pagos respectivos a los proveedores.

Sobre el **proyecto RLA5090**, Desde su postulación, Chile adhirió al presente proyecto comprometiéndose a desarrollar ensayos enfocados en evaluar el uso de bioestimulantes en el cultivo de *Lagenaria sp.* (especie vegetal sobre la cual CCHEN, en conjunta con CEAF desarrollan un programa de obtención de nuevas variedades). Esta intención fue reafirmada durante la primera reunión virtual de coordinación (febrero de 2024) a través de presentación de plan de trabajo; impacto a nivel nacional y propuesta de diseño experimental para su evaluación y



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

validación por parte de los Oficiales Técnicos asignados al proyecto (Dr. Segundo Urquiaga y Dr. Mohammed Zamman).

Sin embargo, durante la primera Reunión de Coordinación presencial, llevado a cabo en Ciudad del Este, Paraguay (abril-mayo 2024) el OIEA a través del Coordinador Técnico del proyecto (Dr. Zamman) comunicó que el proyecto solo se enfocaría en cultivos de importancia alimentaria para la región y con un enfoque excluyente de validación de resultados previos a nivel de ensayos de campo o parcelas demostrativas. Como tal la propuesta inicial de Chile ya no cumplía con los requisitos necesarios para obtener financiamiento dentro del RLA5090.

Este repentino cambio generó importantes dificultades para Chile, ya que la institución encargada de la ejecución del proyecto original (CEAF en colaboración con CCHEN) carecía tanto del material vegetal necesario para evaluar los nuevos objetivos del proyecto como de los terrenos necesarios para realizar los ensayos en las nuevas condiciones establecidas.

Frente a esta situación y en estrecha comunicación con Eulogio de la Cruz (Coordinador Regional del Proyecto) y Lucia Suarez-León (PMO del proyecto) se inició un proceso de reestructuración de la participación del país que permitiera ajustarse a los nuevos lineamientos establecidos por el OIEA. Para abordar estos requerimientos se decidió enfocarse en los resultados previos obtenidos en el marco del proyecto RLA/5078, en el cual se evaluaron diferentes aislamientos bacterianos para determinar sus efectos sobre el crecimiento de plantas de maíz mediante ensayos realizados a nivel de maceta y en invernadero.

Dados los prometedores resultados observados (a nivel de maceta) se propone validar el uso de bioestimulantes en condiciones operacionales a través de ensayos a nivel de parcela experimental. Debido a que la institución principal (CCHEN) no cuenta con ninguno de los insumos (semillas de maíz y aislados bacterianos) ni con la infraestructura pertinente (terrenos aptos para la instalación de ensayos) se llevaron a cabo una serie de acciones buscando solucionar estas incertidumbres, las cuales se detallan a continuación.

Tras la reunión de Paraguay, Chile inició esfuerzos para establecer alianzas con instituciones nacionales que le permitieran seguir involucrado en la ejecución del RLA/5090. En julio de 2024, se realizaron una serie de reuniones para involucrar y colaborar con el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), que ya había sido parte del RLA/5078 (en colaboración con CCHEN) y quienes cuentan con la capacidad de producir los aislamientos bacterianos requeridos para el nuevo diseño del RLA/5090. Como resultado, el SAG aceptó colaborar y presentó una propuesta formal para aprobación institucional. Con el fin de contar con parcelas experimentales y capacidad operativa para el establecimiento, mantenimiento y evaluación de parcelas experimentales, se estableció contacto con la empresa Monsanto, quien mostró gran interés en colaborar y proporcionar terrenos y capacidad operativa para los ensayos.

Con base en la experiencia y resultados previos obtenidos en el marco del proyecto RLA/5078 y en coordinación Adriana Nario (Contraparte Nacional del RLA/5078), se propuso un nuevo diseño experimental, enfocado en evaluar los efectos de aislados de bacterias bioestimulantes (Azotobacter y Bacillus) sobre el rendimiento de cultivo de maíz siguiendo los lineamientos establecidos para el RLA/5090. En noviembre de 2024, el diseño experimental propuesto fue presentado al OIEA para su revisión y aprobación por parte de los Oficiales Técnicas quienes brindaron retroalimentación técnica y recomendaron ajustes al diseño experimental, los que ya fueron incorporados al diseño.



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

A pesar de estos avances, y previo al establecimiento de los ensayos la empresa Monsanto (empresa encargada de proporcionar la logística necesaria) solicitó la firma de un Convenio Específico de Colaboración entre CCHEN y la empresa, en el que se definieran responsabilidades, deberes y derechos de cada uno de los participantes. El proceso de revisión y aprobación de dicho acuerdo, que involucró aspectos técnicos y legales, requirió evaluaciones por parte de las oficinas jurídicas de ambas instituciones y se extendió durante varios meses. En consecuencia, y considerando los plazos establecidos para la siembra de maíz en la zona central de Chile (sector donde se encuentran los terrenos que iba a destinar Monsanto para los ensayos) no fue posible implementar un ensayo para la temporada de verano 2024-2025.

A la fecha (febrero de 2025), el Acuerdo ha sido aprobado por todas las partes involucradas, aunque aún está pendiente de refrendo por las autoridades respectivas de las instituciones. En lo que respecta al **proyecto RLA5086**, se lograron avances significativos en el fortalecimiento de la acuicultura de trucha en América Latina, con un enfoque en la mejora genética y el diagnóstico de enfermedades virales. A pesar de algunos desafíos logísticos, las actividades planificadas se llevaron a cabo con éxito, permitiendo capacitar a profesionales de distintos países y fortalecer las capacidades técnicas en la región.

La coordinación y ejecución de reuniones virtuales entre los miembros del equipo facilitaron la planificación y desarrollo de actividades clave. Entre ellas, la selección de expertos y la organización de cursos de formación en Perú y Argentina, donde más de 20 participantes fueron capacitados en técnicas avanzadas de diagnóstico molecular, metagenómica y bioinformática. Estos entrenamientos han sido fundamentales para mejorar la detección y caracterización del virus de la necrosis pancreática infecciosa (IPNV) en la trucha, así como para la aplicación de herramientas bioinformáticas en el análisis de datos metagenómicos, contribuyendo al fortalecimiento de la vigilancia sanitaria en la región.

En el ámbito de la mejora genética, se avanzó en el estudio de marcadores moleculares asociados a la resistencia al IPNV mediante un GWAS en Chile. Se exploró el impacto de la vacunación en la precisión de las predicciones genómicas, con el fin de integrar estos conocimientos en programas de selección genética. La colaboración con productores locales ha sido clave para la implementación de estrategias de selección en poblaciones comerciales, lo que representa un paso importante hacia una acuicultura más resiliente y sostenible.

Sin embargo, el proyecto enfrentó algunos desafíos, especialmente relacionados con la disponibilidad de reactivos y equipos, lo que retrasó la implementación completa del sistema de secuenciación MinION en varios países. A pesar de esto, en Chile ya se ha logrado utilizar esta tecnología para la secuenciación del genoma del IPNV, lo que permitirá mejorar la caracterización del virus y su impacto en la acuicultura.

El uso de PCR en tiempo real para la evaluación de carga viral ha sido una de las herramientas más valiosas desarrolladas en este periodo, facilitando el monitoreo de infecciones y su impacto en la mortalidad de los peces. Estos avances serán clave para la implementación de estrategias de selección genética dirigidas a mejorar la resistencia al IPNV en truchas de cultivo.

En cuanto al **proyecto RLA5091**, la invitación a las capacitaciones virtuales realizadas, se realizó vía correo electrónico con fecha muy próxima al comienzo del curso, se reagendaron las funciones de los participantes para asumir las actividades. Las capacitaciones virtuales fueron un avance que permitieron conectar a expertos de diferentes países, y consideramos positivo ese



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

trabajo. Sin embargo, la principal dificultad es la calidad de la conexión a internet, y en algunos países la imposibilidad de participación.

La realización de talleres de trabajo grupal en Curso ISO 17025, presentó problemas de participación de algunos países, ya sea en la preparación de las tareas asignadas y la presentación de las mismas.

La exposición de uno de los profesores, en taller de Estadística Básica, tuvo dificultades de conexión por lo que fue difícil comprender los temas.

En tanto, lo que concierne al **proyecto RLA5092**, en 2024 se participó en instancias regionales del proyecto, fortaleciendo el intercambio de experiencias con otros países que están en situaciones similares. Asimismo, se logró capacitar a funcionarios/as de Rapa Nui, con foco en la vigilancia con dispositivos de captura ovitrampas, para avanzar a la línea base local.

En cuanto a dificultades y problemas detectados, se menciona:

- Limitación de recursos humanos: La falta de continuidad de personal que ha sido capacitado ha ralentizado la ejecución del proyecto. Esto dada la alta rotación del personal que ha sido capacitado en años anteriores, así como también la inestabilidad del cargo de encargado/a técnico en Rapa Nui, lo que también ha dificultado la implementación de acciones sostenidas en el tiempo.
- Dificultades logísticas y de transporte: La mantención de vehículos fijos para el traslado de personal y la ejecución de actividades en terreno sigue siendo un desafío para la ejecución de acciones asociadas al avance en las fases del proyecto.

En ese sentido, algunas lecciones aprendidas, tienen que ver con la participación comunitaria como eje central, que implique la inclusión de la comunidad en la toma de decisiones, de modo de generar confianza y asegurar el éxito del proyecto.

Por otra parte, se destaca a este respecto la adaptabilidad de las soluciones tecnológicas, es decir, que exista una evaluación de la infraestructura disponible en Rapa Nui es fundamental antes de la adquisición de nuevos insumos, para evitar posibles incompatibilidades. Finalmente, es importante mencionar la necesidad de consolidar un equipo técnico estable, dado que la rotación de personal técnico ha generado demoras en la implementación del proyecto, por lo que se requiere fortalecer la continuidad operativa.

En lo que respecta a los proyectos del ámbito de salud humana, el **proyecto RLA6085**, ha permitido fortalecer y reforzar conocimientos y capacidades de los profesionales que se desempeñan sus actividades en ciclotrón y cámaras PET del sistema público de salud. Se adquieren y se proyectan muchos beneficios para nuestro país, ya que las capacitaciones y actividades involucran áreas como área productiva, mantenimiento, control de calidad, aseguramiento de calidad e imagenología y aplicaciones clínicas de Radiofármacos PET.

La Comisión Chilena de Energía Nuclear es referente nacional en investigación y desarrollo en la producción de radiofármacos por lo que la participación en el proyecto es de suma importancia para mejorar nuestros procesos asimismo desarrollar nuevos productos e intercambiar conocimientos y habilidades adquiridas en los más de 20 años en que operamos nuestro ciclotrón.



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

Adicionalmente permitirá ampliar capacidades a nuestros médicos y tecnólogos de imagenología. La interacción entre reguladores y productores fue diseñada estratégicamente en beneficio de armonizar criterios y sumar capacidades a nuestro sistema público de salud. Las actividades de carácter presencial han causado gran interés y beneficio a los asistentes al curso y su grupo de trabajo lo que es un claro incentivo al buen desempeño y aumenta las redes de apoyo entre pares para el beneficio de la región en su totalidad. Finalmente se presenta el nuevo proyecto del nuevo ciclo ARCAL, el cual es de gran interés de todos los países participantes y desde ya se gestiona la cooperación de los representantes actuales para que el nuevo ciclo tenga un gran éxito como el RLA-6085.

En lo que respecta al **proyecto RLA6089**, se ha completado la recolección de la información de 20 mujeres embarazadas obtenida en tres visitas durante la gestación (una al inicio del 2do trimestre, la segunda al final del 2do trimestre y la tercera durante el 3er trimestre) y en la única visita al tercer mes de vida del lactante. En todas las participantes se evalúa el estado nutricional y composición corporal por bioimpedanciometría en cada una de las entrevistas. En las dos últimas entrevistas se realizó una medición de la composición corporal ocupando la técnica de óxido de deuterio en saliva.

En la entrevista postparto también se evaluó la composición corporal del lactante. Los beneficios del proyecto no son locales, el análisis de los datos de los países participantes permitirá proponer nuevos criterios de evaluación nutricional en las mujeres embarazadas en la región.

Algunos resultados, todavía preliminares, obtenidos en Chile pueden observarse en las dos tablas y gráfico que se muestran a continuación.

La mayor dificultad del proyecto fue la demora de la IAEA en el enviar el material necesario para poder iniciar el proyecto.

Por otra parte, en lo que se refiere al **proyecto RLA6091**, Daniel Castro Acuña del Hospital Clínico de la Universidad de Chile participó en el “Curso Regional de Entrenamiento en aseguramiento de la calidad y dosimetría en procedimientos intervencionistas” realizado del 7 al 11 de Octubre de 2024 en Ciudad de Guatemala, Guatemala.

Durante el año el grupo de física médica del Instituto Nacional del Cáncer, a partir de lo aprendido en el curso sobre entrenamiento clínico en Brasil del año anterior, actualizó el programa de entrenamiento clínico de dicha institución y posteriormente fue enviado el formulario, con la información solicitada por el Oficial Técnico, para postular a ser uno de los centros donde se realicen entrenamientos clínicos según el estándar del OIEA, estamos a la espera del resultado del análisis de la información enviada.

Otra institución que mostró interés en ser participe de la red de centros de referencia para entrenamiento clínico de físicos médicos es el Instituto Oncológico FALP junto a la Universidad de Los Andes, quienes están recabando los antecedentes para ser enviados al OIEA, esta última institución es la sede del Magister de Radioterapia Avanzada que cuenta con el auspicio del OIEA. En Clínica Las Condes también se sigue el proceso de validación de los programas de estudio para la implementación de las pasantías clínicas.

Con respecto a los Niveles de Referencia Diagnóstico varias instituciones han estado trabajando con diferentes niveles de avance, en Clínica las Condes se determinaron los niveles típicos de



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

dosis en medicina nuclear (SPECT/CT y PET/CT), en el Hospital Clínico de la Universidad de Chile se está trabajando para recopilar los datos en tomografía computada, la Clínica Alemana ya tiene implementado todo un sistema de gestión de dosis en tomografía computada y se trabaja en las otras técnicas, Carlos Ubeda de la Universidad de Tarapacá, está creando un grupo de trabajo para levantar los datos a nivel nacional y de la región sobre los NRD en procedimientos de fluoroscopia e intervencionismo y en Junio realizó una presentación en el ciclo de conferencias de la Agrupación de OPR de Chile sobre Niveles de referencia: Una herramienta para la optimización.

Es de destacar la activa participación de Jugleys Seijas, física médica de la Clínica Alemana, quien asistió a uno de los cursos de entrenamiento de este proyecto el año pasado, en diferentes eventos realizados este año donde ha compartido su experiencia y lo aprendido en el curso del OIEA, como ejemplo fue la expositora de un webinar para la región latinoamericana sobre Niveles de Referencia Diagnóstica (NRD) para mamografía digital y tomosíntesis realizado en Marzo, en septiembre fue expositora en el 3er Simposio virtual de protección radiológica del paciente con el tema Experiencias en la gestión de dosis de radiación en tomografía computarizada.

En Noviembre se llevó a cabo el III Simposio de Física Médica de Clínica Alemana y la Universidad de Tarapacá que tuvo como tema: “Niveles de referencia para diagnósticos en Chile: Situación actual y desafíos” donde expusieron Carlos Ubeda y Jugleys Seijas, ambos colaboradores y participantes del Proyecto RLA6091.

Se están realizando dos diplomados para más de 40 alumnos donde varios de los profesores han recibido entrenamiento del OIEA y comparten el conocimiento a partir del proyecto RLA6091, el de la Universidad de Chile sobre Dosimetría y Física de las Radiaciones y el de la Universidad Mayor sobre Dosimetría, Gestión de Calidad y Protección Radiológica, en ambos los temas como optimización, NRD, control de calidad entre otros se han tocado en profundidad.

Se está realizando un curso de física médica a los médicos que están realizando la especialidad de Medicina Nuclear de las Universidad Católica y la de Chile donde los profesores están relacionados con el proyecto como por ejemplo: Daniel Castro, Marco Coca y José Luis Rodríguez, la intención es que los futuros médicos nucleares dominen las bases físicas de la medicina nuclear y su aplicación incluyendo temas de gestión de calidad y optimización.

Existe una colaboración con el Instituto de Salud Pública para la fabricación e implementación del maniquí de mamografía del OIEA, se han realizado chequeos en varios centros y la idea es implementarlo a nivel nacional en los próximos años, así mismo se trabaja en conjunto en un Programa de auditorías en medicina nuclear donde se tengan en cuenta los resultados del presente proyecto.

En cuanto al **proyecto RLA6092**, cabe destacar que en Chile se ha notado interés en todos los centros de aumentar el número de pacientes tratados con hipofraccionamiento en Radioterapia. Incluso existe interés en implementar protocolos de investigación internacionales que usan hipofraccionamiento.

El coordinador nacional del **proyecto RLA6092** tuvo la oportunidad de dictar una charla acerca del uso de la técnica de hipofraccionamiento en el tratamiento de cáncer de mama en el Congreso de Oncología Médica en Cochabamba, Bolivia 2024.



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

Además, dentro de su labor de auditora del OIEA en dos centros latinoamericanos durante el 2024 (uno en Ecuador y otro en Colombia), pudo promocionar los beneficios del uso del hipofraccionamiento en distintas patologías oncológicas como cáncer de mama, cáncer de recto, cáncer de piel, cáncer de próstata entre otros.

Para presentar un póster de la situación de Latinoamérica con respecto al hipofraccionamiento confeccionó una encuesta que se envió a los jefes de centros de Radioterapia de todo el país tanto públicos como privados. Lamentablemente no todos proporcionaron la información requerida, pero con lo obtenido se pudo contribuir al póster presentado en el congreso ALATRO en Río 2024 por la contraparte seleccionada por el Organismo (Uruguay).

Sobre el **proyecto RLA6093** (“Fortalecimiento de las Capacidades Regionales en el Uso de Técnicas de Medicina Nuclear en un Abordaje Multimodal Cardio-Oncológico en Pacientes con Cáncer”). Es importante destacar que se ha contribuido a difundir la utilidad de las técnicas de imagen de cardiología nuclear a nivel de diversas regiones con perfeccionamiento de profesionales jóvenes.

Específicamente, en la Universidad de Chile a todos los becados de cardiología de las distintas sedes de la facultad de Medicina se les enseña módulo de cardiooncología y el enfrentamiento con imágenes multimodales de los daños agudos y crónicos en sistema cardiovascular de quimioradioterapia.

En lo que respecta al **proyecto RLA5089**, los resultados obtenidos durante el año 2024 se asocian a la generación de conocimiento en el tema de suelos potencialmente contaminados, generando e instalando capacidades humanas e incrementando el estado del arte a nivel nacional en la materia. La coordinadora de proyecto, Ana Valdés, participó en diferentes reuniones virtuales, llevadas a cabo durante el año 2024, además de coordinar las actividades que se detallan a continuación y que permitieron el logro de los objetivos del proyecto.

Durante el año 2024, Chile participó en las dos capacitaciones dictadas por el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR), en Santa Marta, Colombia. La primera capacitación se realizó del 17 al 21 de junio de 2024 y consistió en análisis de metales en suelos por espectroscopia de absorción atómica – Llama y horno de grafito. El segundo curso se llevó a cabo del 24 al 28 de junio de 2024, donde se abordó el análisis de mercurio en suelos por el sistema de análisis directo de mercurio DMA-80. En estas dos capacitaciones participó la profesional de CCHEN, Josefa Cutipa.

Posteriormente, del 9 al 13 de septiembre, 2024 se realizó el Curso Regional de Capacitación sobre Determinación de Metales Pesados en Suelos Contaminados mediante Espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-MS), actividad desarrollada en Belo Horizonte, Brasil. La profesional capacitada fue Patricia Gaete, también profesional de la CCHEN.

Además de lo anterior, se participó en el primer ensayo de aptitud PTNATIAEA-21. En esta actividad participó la Jefa de la Unidad Analítica (Departamento de Recursos Compartidos, DRTeC) quien informó que los resultados obtenidos están dentro de los resultados del Organismo.

A las actividades descritas, se suman las reuniones de coordinación llevadas a cabo durante el año 2024, más la realización del trabajo de campo del proyecto piloto planificado para el mismo año.



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

El muestreo se realizó en el marco del proyecto piloto realizado al sur de Santiago, en la Región de O'Higgins. Se tomaron 35 muestras, las cuales fueron obtenidas con el barreno entregado por el proyecto ARCAL. Por cada punto de muestreo se adquirieron tres muestras, lo que conforma un total de 105 muestras. \$3.636.88 USD. Tanto las reuniones de coordinación como las relativas al proyecto piloto fueron lideradas por la coordinadora del proyecto, Dra. Ana Valdés Durán.

En el marco del proyecto piloto a realizar durante el año 2024, también se muestreó una segunda área de interés, ubicada en el norte de Chile, con el fin de estudiar el impacto minero en dichos suelos y compararlos con los suelos de la zona central del país. En esta segunda área de estudio, se tomaron aproximadamente 47 puntos.

Actualmente, las muestras se encuentran en análisis para pronto ser procesadas.

En cuanto al **proyecto RLA7029** ("Mejora de las capacidades regionales para evaluar la disponibilidad y calidad del agua dulce mediante técnicas de hidrología isotópica"), el proyecto se ha ejecutado de acuerdo con la planificación considerada originalmente. La contraparte Chilena está integrada por representantes de la Universidad de Concepción (UdeC), Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN) y de la Dirección General de Aguas (DGA).

A partir de agosto de 2024, se activó la coordinación del equipo técnico del proyecto conformado por representantes de UdeC y de la DGA, generando una serie de reuniones de coordinación.

Existieron dificultades en la coordinación del proyecto, debido a que se no existió una inducción a mis tareas como coordinador nacional y que existió falta de información sobre reuniones u otras actividades, que se programaron. De hecho, la única información que recibí del proyecto durante el año 2024 fue a través del oficial de la IAEA, quien me fue integrando y explicando mi labor en el proyecto. La coordinación mejoró en enero del 2025 cuando se nombró coordinador del proyecto a Nilton Inga de Perú, quien rápidamente organizó un grupo de WhatsApp y generó una carpeta compartida de Drive para coordinar las actividades a partir del año 2025.

Durante el año 2024, se realizaron las siguientes actividades comprometidas para el proyecto:

- Reunión inicial de coordinación, efectuada el 28 de febrero de 2024.
- Informe "Cuestionario Laboratorio - Hidrología isotópica-UdeC-Chile", enviado a la contraparte del OIEA en marzo de 2024.
- Informe "RLA7029\_IWAVE Questionnaire\_Chile-UdeC\_rev\_DGA", enviado a la contraparte del OIEA, en abril de 2024, siendo revisado por la contraparte y corregido por la DGA en octubre de 2024.
- Nominación de cinco candidatos/as a participar en actividades organizados por el proyecto RLA7029, tabla 3 y anexo con postulaciones.

En lo que concierne al **proyecto RLA7026**, se han realizado cursos y reuniones que involucran a cada uno de los grupos de trabajo (biología molecular, morfología, fisicoquímica e isótopos), y los expertos líderes han proporcionado las herramientas e información adecuadas para incrementar las capacidades de los expertos nacionales participantes. Asimismo, se ha obtenido una retroalimentación efectiva que ha permitido revertir la falta de componentes técnicos en el país, y así generar información confiable que pueda ser transmitida a los actores del país.



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

El OIEA ha mantenido una comunicación constante con la contraparte y ha generado una retroalimentación adecuada para informar las situaciones involucradas en el desarrollo del proyecto.

Asimismo, se han generado conexiones entre los expertos liderados por el OIEA, lo que ha permitido incrementar las competencias y capacidades técnicas del país, ya sea orientando a los expertos o proponiendo opciones para la implementación de técnicas o procedimientos para desarrollar y/o avanzar en los objetivos del proyecto.

En esta primera etapa, se han incrementado las capacidades del país a través de cursos de capacitación que involucran a los cuatro grupos de trabajo (biología molecular, morfología, fisicoquímica e isótopos), generando así bases de datos para fortalecer la información que posteriormente será compartida con los actores nacionales.

Asimismo, la constante comunicación de temas e ideas entre los investigadores de ARCAL ha favorecido el intercambio de técnicas experimentales y la comparación de datos a partir de resultados obtenidos mediante procedimientos armonizados.

Los retos del proyecto han permitido establecer vínculos de trabajo con nuevas instituciones locales que disponen del equipamiento adecuado y de procedimientos armonizados.

La efectiva comunicación del proyecto en el país ha generado las primeras instancias de comunicación con actores regionales (tomadores de decisiones regionales), lo que ha llevado al equipo Labtox a formar parte del grupo de trabajo de expertos para la toma de decisiones ante eventos de cyanoHABs en Chile.

En cuanto al **proyecto RLA7028**, se realiza a continuación un análisis por componente:

En cuanto al componente de comunicación, en 2024 se realizó exitosamente la reunión de comunicación en la ciudad de Santiago. Si bien se han logrado realizar actividades de difusión local, sobre los estresores marino-costeros abordados por el proyecto, se encuentra pendiente generar espacios para la comunicación de los resultados del proyecto hacia tomadores de decisión a nivel nacional.

En cuanto al componente FAN, Labtox ha reportado en la Plataforma web de REMARCO los últimos eventos FAN ocurridos en la Región de Los Lagos, a partir de información generada desde el Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos (PSMB) del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (Sernapesca). Se encuentra pendiente subir información de eventos ocurridos en otras regiones de Chile asociados a otros programas de monitoreo nacional que son realizados por IFOP.

En cuanto al componente Microplásticos, Chile ha informado los resultados de los monitoreos realizados en playas arenosa desde el año 2019 en la Plataforma web de REMARCO. Se encuentra pendiente realizar los monitoreos en otras matrices ambientales (agua superficial, columna de agua y sedimentos).

En cuanto al componente de Acidificación, IFOP ha implementado la metodología para medición de Alcalinidad total (AT) y pH, adicionalmente recibió el reactivo m-cresol purificado de INVEMAR lo que permitirá optimizar los análisis del sistema del carbonato en nuestros estudios.



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

Las nuevas capacidades para análisis del sistema del carbonato han permitido establecer una red de monitoreo que por ahora incluye 27 estaciones ubicadas en el área costera del extremo sur austral del país.

En los componentes contaminación marina y carbono azul, durante el 2024 no hubo logros que reportar.

Pasando al **proyecto RLA2018**, algunos de los principales resultados dan cuenta, en primera instancia, de la conformación de un equipo de trabajo multidisciplinario e interinstitucional que con un alto compromiso, fue partícipe de las diferentes reuniones y actividades del proyecto. Ello ha permitido a nuestro país ir integrando sólidos conocimientos respecto de la metodología CLEW y de herramientas de modelación.

Pese a ello, hubo algunas dificultades que vale la pena observar:

- Problemas técnicos de conectividad radicados en los enlaces de comunicación del país donde se encontraba el experto del OIEA durante las sesiones de capacitación en el curso MESSAGE afectaron la continuidad de algunas sesiones. Ello obligó a depender de sesiones grabadas que son una buena alternativa, pero que tienen como punto en contra la imposibilidad de interactuar con el grupo y efectuar consultas.
- Debido a las políticas de ciberseguridad que se han implementado en el último tiempo en Chile, existen limitaciones en la instalación y el uso de softwares que sean de código abierto, o que no tengan implementadas certificaciones de seguridad. Por esta razón es que se restringe su uso. En este sentido, se solicitó la emisión de un certificado por parte de la agencia, para acreditar procedencia del software MESSAGE, dado que no existen certificados de seguridad asociados. Esto restringió la posibilidad de realizar los ejercicios prácticos en un entorno controlado. Se solicita al OIEA pueda considerar este requerimiento con miras a dar continuidad al uso de esta importante herramienta.
- El curso de MESSAGE ha contribuido de manera significativa al fortalecimiento del conocimiento sobre la herramienta, permitiendo valorar sus capacidades en el marco del proyecto CLEW. Sin embargo, se ha evidenciado la necesidad de reforzar la formación técnica, y que puedan incorporarse mejoras que permitan aumentar la usabilidad de la misma, junto con contar con mayor apoyo especializado para garantizar un uso más eficiente considerando la aplicación de sus resultados sobre la metodología CLEW.

Siempre en el marco del proyecto RLA2018, cabe considerar -a modo de lección aprendida- las diversas realidades presentes en nuestra región, por lo que resulta fundamental establecer procedimientos homogéneos de selección de datos para asegurar consistencia en la modelación y aplicación de la metodología CLEW.

Finalmente, cabe destacar el proyecto **ARCAL RLA0073**, titulado “Fortalecimiento de la igualdad de género en las instituciones nucleares nacionales”. Como parte de los logros está el haber podido realizar actividades de motivación y empoderamiento de niñas y mujeres en las áreas de las tecnologías nucleares y STEM en general.

Dentro de los desafíos abordados está la dificultad de compatibilizar tiempos de modo de dedicarlo a actividades no técnicas y también poder realizar actividades con un presupuesto muy reducido, o directamente sin presupuesto.



#### **4. IMPACTOS:**

En cuanto al **proyecto RLA1020**, antes del inicio de la propuesta, los intentos realizados por los diferentes grupos de investigación en Chile para valorizar residuos plásticos/poliméricos se centraban exclusivamente en: reciclaje mecánico, reciclaje químico, y pirolisis, además de técnicas químicas para sintetizar nuevos polímeros desde residuos orgánicos.

Las herramientas entregadas por este proyecto han permitido entregar nuevas rutas de valorización y de reciclaje de plásticos mediante radiación que no se habían desarrollado en Chile, y que ahora se ha empezado a investigar gracias a una colaboración con la CCHEN y ABCChile.

Son estas nuevas capacidades las que permitieron iniciar esta incipiente investigación, que tendrá un gran impacto en Chile. De esta manera, el Laboratorio de Ingeniería de Polímeros de la Universidad de Chile, potenciará esta nueva línea de investigación con la CCHEN, y así se empezará a evaluar la posibilidad de hacer ensayos de valorización de residuos postconsumo de polipropileno.

Ejemplo del desarrollo de estas nuevas líneas de investigación son las dos estudiantes de magister en Ingeniería Química que trabajan en estas temáticas actualmente. Lo mismo está sucediendo en la Universidad de Concepción, gracias a la participación del Dr. Héctor Aguilar en el proyecto. Por otro lado, ha impactado a la industria, gracias a la difusión de estas opciones que las energías de radiación entrega para la valorización de residuos plásticos, sobre todo en lo que respecta a la industria del packaging.

En cuanto al **proyecto ARCAL RLA5085**, la contribución de este proyecto durante el año 2024 ha sido muy importante ya que se abordaron temas relevantes para nuestras actividades como laboratorio oficial, lo que nos ha permitido validar, actualizar y homologar las metodologías de diagnóstico para las enfermedades de importancia para la ARCAL.

La participación en estos cursos de capacitación internacional, representan una valiosa experiencia y oportunidad para fortalecer conocimientos y competencias en el área diagnóstica, además de crear lazos con expertos internacionales y profesionales de otros países latinoamericanos, que permitirán a futuro, seguir interactuando e intercambiando conocimientos y experiencias en el ámbito técnico.

En lo relativo a capacitación, el curso “Genómica y bioinformática de enfermedades de animales”, fue de un alto nivel, con expositores de gran conocimiento y apoyo a los asistentes. Con este curso logramos mejorar nuestras competencias y desarrollar el área de Bioinformática, lo que ayudó a impulsar estudios de Secuenciación para las muestras obtenidas durante el brote de Influenza Aviar altamente patógena, que afectó a nuestro país durante el 2023-2024.

Lo que concierne al proyecto **ARCAL RLA5087**, cabe mencionar que Chile, al ser un país libre de moscas de la fruta de importancia económica, no puede participar activamente en un aspecto fundamental que es la determinación de los morfotipos. En cuanto a este punto, se tienen importantes avances en la determinación de los morfotipos de Af en Brasil, Argentina y Perú, de modo que puedan ser criados y esterilizados masivamente con fines de aplicación de la TIE.

Como resultado, se ha logrado un Plan Rector Regional para la Aplicación del Manejo Integrado de Moscas de la Fruta (MIP) de Importancia Económica y Cuarentenaria, basado en la Técnica del



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

Insecto Estéril (TIE), con Énfasis en la Mosca Sudamericana de la Fruta (*Anastrepha fraterculus*, Wied) y la Mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata*, Wied). El objetivo es promover la sanidad vegetal, la seguridad alimentaria y la inocuidad de los alimentos mediante la aplicación de la TIE y el establecimiento de áreas libres o de baja prevalencia de moscas de la fruta en la región.

A través de este proyecto, se busca contribuir al logro de los objetivos establecidos en la Agenda ARCAL 2030, como así a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), incluyendo Hambre Cero (ODS 2), Salud y Bienestar (ODS 3) y Vida de Ecosistemas Terrestres (ODS 13).

En cuanto al **proyecto RLA5090**, debido a los cambios en enfoque del proyecto y a los plazos involucrados en la tramitación de los convenios respectivos, a la fecha no se han ejecutado actividades directamente relacionadas con el objetivo del proyecto. Si bien en 2024 no se realizaron ensayos de campo, se logró un avance significativo en el establecimiento de alianzas estratégicas y el diseño de un enfoque experimental alineado con los nuevos requerimientos del RLA/5090.

Para la temporada 2025-2026, se prevé la implementación del ensayo de maíz en colaboración con el SAG y Monsanto. La coordinación con el OIEA continuará para asegurar que los resultados de Chile sean considerados en el marco del RLA5090, a pesar de los problemas y los retrasos informados. Chile ha demostrado un alto nivel de compromiso con el proyecto RLA5090, adaptándose a los cambios en la estructura del proyecto y desarrollando nuevas estrategias de participación.

La reestructuración del proyecto ha facilitado el establecimiento de relaciones con actores clave del sector agrícola, lo que fortalecerá las capacidades nacionales para implementar prácticas agrícolas climáticamente inteligentes. A pesar de los desafíos administrativos y logísticos, Chile ha sentado las bases para una participación efectiva en el RLA5090, con la expectativa de generar resultados significativos en la próxima temporada.

Sobre el **proyecto RLA5092**, se menciona que participar en este proyecto ha permitido que el país pueda continuar fortaleciendo la colaboración internacional, mediante la participación de representantes locales en eventos regionales, con el fin de compartir experiencias y adaptar estrategias a la realidad chilena.

En lo que respecta al **proyecto RLA5086**, las actividades del proyecto RLA5086 han tenido un impacto significativo en Chile, fortaleciendo las capacidades nacionales en el diagnóstico molecular del virus de la necrosis pancreática infecciosa (IPNV) y en la aplicación de selección genómica para mejorar la resistencia de la trucha arcoíris a esta enfermedad. A través de entrenamientos, investigaciones aplicadas y colaboración con la industria, el proyecto ha contribuido directamente a la optimización de programas de mejoramiento genético y a la adopción de herramientas avanzadas para el monitoreo sanitario en la acuicultura chilena.

En el ámbito del diagnóstico molecular, especialistas chilenos participaron en entrenamientos regionales sobre diagnóstico de IPNV y análisis bioinformático de datos metagenómicos. Además, investigadores del país están desarrollando un protocolo estandarizado para la secuenciación del genoma del virus utilizando tecnología Nanopore. Este esfuerzo busca establecer un flujo de trabajo confiable para la caracterización genómica de IPNV, con el objetivo de mejorar la detección y el control de la enfermedad en la industria acuícola nacional.



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

En cuanto a la selección genética, el proyecto ha facilitado la implementación de estudios de asociación de todo el genoma (GWAS) en Chile. Actualmente, un estudiante de doctorado lidera un análisis basado en 914 truchas arcoíris de la cohorte 2020, previamente genotipadas durante la pasantía asociada al proyecto realizada en Austria en 2023. Este estudio no solo busca identificar marcadores de resistencia a IPNV, sino también evaluar cómo la vacunación influye en la precisión de las predicciones genómicas. Estos resultados permitirán mejorar las estrategias de selección genética en la industria acuícola nacional.

Además, la Universidad de Chile colabora con dos productores nacionales de trucha arcoíris en la integración de la selección genómica en sus programas de reproducción. Con uno de ellos, se están analizando muestras de un desafío experimental con IPNV, mientras que con el otro se evalúan peces recolectados en brotes naturales (500 moribundos y 500 sobrevivientes). Los resultados de estos estudios serán incorporados en los programas de mejoramiento genético de ambas empresas, optimizando la selección de reproductores resistentes y contribuyendo a la sostenibilidad de la producción acuícola en Chile.

El conocimiento y las herramientas generadas en el marco del proyecto están siendo aplicados directamente en la industria acuícola chilena, permitiendo avances en la detección temprana de enfermedades y en la mejora genética de la trucha arcoíris. Estas acciones fortalecen la competitividad del sector y posicionan a Chile a la vanguardia en la implementación de tecnologías genómicas para la sanidad acuícola. Se espera que los impactos continúen ampliándose a medida que los protocolos desarrollados sean adoptados en la producción comercial y en los programas de monitoreo sanitario a nivel nacional.

En cuanto al **proyecto RLA5091**, su objetivo es fortalecer, ampliar y actualizar los conocimientos de la normativa vigentes en temas de calidad, ISO17025 y estadística para el tratamiento de datos. Al aplicar los conocimientos y materiales entregados con ejemplos de casos reales de laboratorio de análisis, se obtuvieron mejoras en la implementación de tratamiento de datos para las validaciones.

En cuanto al **proyecto RLA6085**, la participación en el proyecto RLA6085 nos permite fortalecer y reforzar conocimientos y capacidades de los profesionales que se desempeñan sus actividades en ciclotrón y cámaras PET del sistema público de salud. Se adquieren y se proyectan muchos beneficios para nuestro país, ya que las capacitaciones y actividades involucran áreas como área productiva, mantenimiento, control de calidad, aseguramiento de calidad e imagenología y aplicaciones clínicas de Radiofármacos PET.

La Comisión Chilena de Energía Nuclear es referente nacional en investigación y desarrollo en la producción de radiofármacos por lo que la participación en el proyecto es de suma importancia para mejorar nuestros procesos asimismo desarrollar nuevos productos e intercambiar conocimientos y habilidades adquiridas en los más de 20 años en que operamos nuestro ciclotrón. Adicionalmente permitirá ampliar capacidades a nuestros médicos y tecnólogos de imagenología. La interacción entre reguladores y productores fue diseñada estratégicamente en beneficio de armonizar criterios y sumar capacidades a nuestro sistema público de salud.

Las actividades de carácter presencial han causado gran interés y beneficio a los asistentes al curso y su grupo de trabajo lo que es un claro incentivo al buen desempeño y aumenta las redes de apoyo entre pares para el beneficio de la región en su totalidad. Finalmente se presenta el nuevo proyecto del nuevo ciclo ARCAL, el cual es de gran interés de todos los países participantes



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

y desde ya se gestiona la cooperación de los representantes actuales para que el nuevo ciclo tenga un gran éxito como el RLA6085.

Por otra parte, cabe mencionar el **proyecto RLA6091**. Aún es muy temprano para evaluar el impacto de las actividades de este proyecto ya que recién se están colectando datos para evaluar los indicadores del proyecto, no obstante, varios de los participantes en los cursos de entrenamiento del proyecto han seguido adelante con lo aprendido no solo en la implementación a nivel institucional si no también en la difusión del conocimiento, se están implementando los niveles de referencia diagnósticos en varios centros y actualizando los programas de residencia clínica para físicos médicos para que estén acorde a las guías del OIEA publicadas recientemente.

En cuanto al **proyecto RLA6092**, existe en el país mucho interés en implementar las técnicas de hipofraccionamiento en varios de los centros de Radioterapia y luego de los cursos entregados por este proyecto, se prevé -en mayor medida- la implementación de la técnica.

Sobre el **proyecto RLA6093**, es importante destacar que se ha contribuido a difundir la utilidad de las técnicas de imagen de cardiología nuclear a nivel de diversas regiones con perfeccionamiento de profesionales jóvenes.

Específicamente, en la Universidad de Chile a todos los becados de cardiología de las distintas sedes de la facultad de Medicina se les enseña módulo de cardiooncología y el enfrentamiento con imágenes multimodales de los daños agudos y crónicos en sistema cardiovascular de quimioradioterapia.

En lo que respecta al **proyecto RLA5089**, este ha sido un excelente proyecto que permite el incremento en el estado del arte sobre suelos potencialmente contaminados, a través de la capacitación de profesionales jóvenes, además de generar conocimiento actual sobre calidad de suelos. En particular, a partir de los resultados que obtengamos se podrá comparar la calidad de suelos impactados por la minería en el norte de Chile respecto a la calidad de suelos impactados por zonas agrícolas en la Chile Central.

En el marco del **proyecto RLA7029**, este posibilita la generación de una red de articulación de profesionales chilenos en torno a la hidrología isotópica, que se establecerá durante el año 2025.

En lo referente a la formación de capital humano, la participación de profesionales chilenos en los cursos internacionales potencia la formación, en especial de Fredes y Rodríguez. Cabe destacar que Karla Rodríguez se beneficiará directamente del proyecto para la ejecución de su tesis doctoral en el Programa de doctorado en Recursos Hídricos y Energía de la Universidad de Concepción.

En cuanto al **proyecto RLA7028**, durante el desarrollo del proyecto, en el periodo 2024, solo es posible reportar impactos positivos en tres de los seis componentes que conforman el proyecto.

En el componente comunicación se identifica de alto impacto la reunión realizada en Chile por cuanto cimienta una estrategia comunicacional y permite organizar a los grupos de trabajo vinculado a este componente en los demás países que forman parte del proyecto.

En el componente microplásticos, durante el 2024 el grupo técnico generó la primera versión del protocolo armonizado denominado "Determinación de la abundancia de microplásticos en



arenas de playa” (REMARCO-MP-P-01). Gracias a este protocolo los resultados de los monitoreos realizados en los demás países integrantes del proyecto serán comparables.

En el componente acidificación, la implementación metodológica de esta variable y la instalación de estaciones de monitoreo, permitirá al país reportar datos del sistema del carbonato no solo a REMARCO sino también al ODS 14.3.1. Incorporar esta variable en los planes de producción de moluscos bivalvos y proporcionar información al Estado para mejorar la toma de decisiones.

Sobre el **proyecto RLA2018**, destaca que este ha permitido visibilizar la necesidad de integrar las variables de agua y uso de suelo en la planificación energética chilena. Asimismo, ha fomentado la coordinación interinstitucional y el fortalecimiento de capacidades técnicas, considerando una visión novedosa como es la de CLEW, con potencial impacto futuro en la elaboración de escenarios más completos y sostenibles de desarrollo energético.

Finalmente, sobre el proyecto **ARCAL RLA0073**, las actividades realizadas contribuyeron al objetivo de ayudar a potenciar y empoderar a las mujeres del sector y áreas afines. Tanto la Escuela de Liderazgo, como el programa de Mentorías para niñas persiguieron y abordaron este objetivo.

Asimismo, la conexión con otras redes de mujeres existentes en el país ayudó a visibilizar a mujeres del sector y poder conectarse profesionalmente y expandir sus redes de contacto y apoyo profesional.

##### **5. APORTE ECONÓMICO ESTIMADO DEL PAIS AL PROGRAMA:**

<i>Código y Título de Proyecto</i>	<i>Coordinador/a del Proyecto</i>	<i>Aporte valorado</i>
<i>RLA5085 “Fortalecimiento de la capacidad de los laboratorios oficiales para la vigilancia y respuesta ante un brote de enfermedades animales y zoonóticas prioritarias”</i>	<i>Alexza Pezoa Adasme</i>	<i>EUR 3.700</i>
<i>RLA5089 “Evaluación del impacto de los metales pesados y otros contaminantes en suelos contaminados por actividades antropogénicas y de origen natural”</i>	<i>Ana Valdés Durán</i>	<i>EUR 13.700</i>
<i>RLA5086 “Reducción de la tasa de mortalidad de la trucha arco iris asociada al virus de la necrosis pancreática infecciosa y a enfermedades emergentes</i>	<i>José Manuel Yáñez</i>	<i>EUR 17.000</i>



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

<i>mediante técnicas moleculares y OMIC”</i>		
<i>RLA5087 “Validación de la técnica del insecto estéril para el control de la mosca sudamericana de la fruta”</i>	<i>Yocelyn Yevenes</i>	<i>EUR 450</i>
<i>RLA6089 “Uso de isótopos estables para reducir los riesgos nutricionales de las embarazadas y su repercusión en los lactantes”</i>	<i>Gerardo Weisstaub</i>	<i>EUR 8.100</i>
<i>RLA0073 “Fortalecimiento de la igualdad de género en las instituciones nucleares nacionales”</i>	<i>Bárbara Nagel Araya</i>	<i>EUR 5.900</i>
<i>RLA6092 “Fortalecimiento del Uso de Técnicas Avanzadas y Esquemas de Hipofraccionamiento de la Radioterapia en los Países de la Región”</i>	<i>Rebeca Schwartzmann Rojas</i>	<i>EUR 7.500</i>
<i>RLA7029 “Mejora de las capacidades regionales para evaluar la disponibilidad y calidad del agua dulce mediante técnicas de hidrología isotópica”</i>	<i>José Luis Arumí</i>	<i>EUR 6.300</i>
<i>RLA6085 “Refuerzo de las capacidades de los centros de ciclotrón/tomografía por emisión de positrones de la región”</i>	<i>Mauricio Cabrera Cárdenas</i>	<i>EUR 600</i>
<i>RLA1020 “Promoción de la tecnología de la radiación en polímeros naturales y sintéticos para desarrollar nuevos productos, con hincapié en la recuperación de residuos”</i>	<i>Humberto Palza</i>	<i>EUR 3.000</i>
<i>RLA5090 “Mejora de la productividad agrícola mediante mejores prácticas agrícolas y variedades mejoradas”</i>	<i>Daniel Villegas Nassar</i>	<i>EUR 8.600</i>
<i>RLA5092 “Mejora de la capacidad regional para la adopción de la técnica de los insectos estériles como</i>	<i>Bárbara Hott</i>	<i>EUR 1.833</i>



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

<i>componente de los programas de control de mosquitos”</i>		
<i>RLA7028 “Fortalecimiento de las capacidades regionales de aplicación de técnicas nucleares e isotópicas para aumentar los conocimientos sobre los factores de estrés que afectan la gestión marina y costera sostenible”</i>	<i>Gastón Vidal y Benjamín Suárez</i>	<i>EUR 14.900</i>
<i>RLA6091 “Aumentar la capacidad de los físicos médicos para mejorar la calidad y la seguridad de las prácticas médicas”</i>	<i>José Luis Rodríguez</i>	<i>EUR 7.100</i>
<i>RLA6093 “Fortalecimiento de las Capacidades Regionales en el Uso de Técnicas de Medicina Nuclear en un Abordaje Multimodal Cardio-Oncológico en Pacientes con Cáncer”</i>	<i>Teresa Massardo y Enrique Hiplan</i>	<i>EUR 1.500</i>
<i>RLA5091 “Refuerzo de los programas de control de residuos de plaguicidas y micotoxinas en los alimentos mediante el establecimiento de un programa de pruebas de aptitud en los laboratorios oficiales”</i>	<i>Jacqueline Rojas Gatica</i>	<i>-</i>
<i>RLA7026 “Evaluación de la contaminación ambiental orgánica e inorgánica en medios acuáticos y su impacto en el riesgo de cianobacterias productoras de cianotoxinas”</i>	<i>Carlos García y Benjamín Suárez</i>	<i>-</i>
<i>RLA2018 "Apoyo al desarrollo de planes energéticos integrales considerando el clima, la tierra, la energía y el agua en América Latina y el Caribe"</i>	<i>Jerson Reyes</i>	<i>EUR 8.778</i>
<i>RLA0070 “Fortalecimiento de la cooperación regional”</i>	<i>Rommy Casanueva Cisternas</i>	<i>EUR 52.100</i>
<i>Total</i>		<i>EUR 97.900</i>



**ANEXO 5.2 – TABLA INDICADORES FINANCIEROS PARA VALORAR EL APORTE DE LOS PAÍSES AL PROGRAMA ARCAL**

<i>ITEM</i>	<i>VALOR DE REFERENCIA</i>	<i>CANTIDAD en Euros</i>
1. <i>Expertos/as Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)</i>	<i>EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)</i>	<i>EUR 19.600</i>
2. <i>Grupo Directivo del OCTA, Grupos de Trabajo del OCTA y Puntos Focales</i>	<i>EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)</i>	<i>EUR 38.100</i>
3. <i>Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)</i>	<i>EUR 5.000 por semana</i>	<i>EUR 3.000</i>
4. <i>Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades</i>	<i>EUR 3.000 por semana</i>	<i>EUR 500</i>
5. <i>Becario/a cuyos gastos locales son asumidos por el país</i>	<i>EUR 3.500 por mes por becario</i>	-
6. <i>Publicaciones</i>	<i>Hasta EUR 3.000</i>	<i>EUR 3.000</i>
7. <i>Creación y/o actualización de Base de Datos</i>	<i>Hasta EUR 5.000</i>	<i>EUR 2.000</i>
8. <i>Gastos locales por Sede de Reuniones de Coordinación Técnica (OCTA)</i>	<i>EUR 50.000 por semana</i>	-
9. <i>Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales</i>	<i>Hasta EUR 5.000</i>	<i>EUR 2.000</i>
10. <i>Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)</i>	<i>Hasta EUR 5.000</i>	<i>EUR 4.000</i>
11. <i>Tiempo, trabajado como Coordinador/a Nacional y su equipo de soporte</i>	<i>Máximo EUR 1.500 por mes</i>	<i>EUR 5000</i>
12. <i>Tiempo trabajado como DTM</i>	<i>Máximo EUR 700 por mes</i>	<i>EUR 9.500</i>
13. <i>Tiempo trabajado como Coordinador/a de Proyecto</i>	<i>Máximo EUR 500 por mes</i>	<i>EUR 34.059</i>
14. <i>Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)</i>	<i>Máximo EUR 300 por mes por especialista</i>	<i>EUR 16.922</i>
15. <i>Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <i>Viáticos internos/externos</i></li> <li>● <i>Transporte interno/externo</i></li> </ul>	<i>Máximo EUR 7.500/proyecto</i>	<i>EUR 3.380</i>
16. <i>Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)</i>	<i>Máximo EUR 10.000</i>	<i>EUR 20.000</i>
<b>TOTAL</b>		<b>EUR 161.061</b>