



ARCAL

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

INFORME ANUAL

País: PERÚ

Susana Gonzáles Villalobos
Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)
Coordinadora Nacional de ARCAL en Perú 2019

Marzo 2020



ARCAL

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

CONTENIDO

1. RESUMEN EJECUTIVO
2. PARTICIPACIÓN DEL COORDINADOR NACIONAL EN LAS ACTIVIDADES DE ARCAL
3. RESULTADOS
- A) DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DE LOS PROYECTO Y DEL ACUERDO
4. ANEXOS
 - Anexo 4.1 – Formato para el Informe Anual de las Actividades de ARCAL en el país
 - Anexo 4.2 – Tabla de indicadores financieros para valorar el aporte de los países



1. RESUMEN EJECUTIVO

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

La participación del Perú en los proyectos ARCAL se desarrolla a través de instituciones públicas y universidades que tienen experiencia en las áreas de aplicación de la tecnología nuclear.

Durante el año 2019, el Perú participó en 15 proyectos ARCAL a través de las siguientes instituciones nacionales:

INSTITUCIONES	Nº DE PROYECTOS
Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)	6
Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM)	1
Universidad Ricardo Palma (URP)	1
Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)	3
Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH)	1
Instituto Geofísico del Perú (IGP)	1
Ministerio de Salud (MINSA)	1
Universidad Nacional del Centro del Perú	1

Entre las actividades desarrolladas en el 2019, se puede destacar que el Perú fue sede de tres cursos regionales realizados en el marco del Proyecto RLA6077 "Acciones Estratégicas para Fortalecer las Capacidades en el Diagnóstico y Tratamiento de Cáncer con un Enfoque Integral (ARCAL CXLVIII)":

- Curso Regional de Capacitación sobre la Transición de la Braquiterapia Bidimensional a la Braquiterapia Tridimensional de Alta Tasa de Dosis, realizado en la ciudad de Lima del 21 al 25 de octubre de 2019.
- Curso Regional de Capacitación sobre Nuevas Aplicaciones Clínicas de la Tecnología de la Medicina Nuclear, realizado en la ciudad de Lima del 12 al 16 de noviembre de 2019.
- Curso Regional de Capacitación sobre Técnicas de Diagnóstico y de Nuevas Terapias en Medicina Nuclear para Enfermedades No Transmisibles, realizado en la ciudad de Lima del 12 al 16 de noviembre de 2019.



ARCAL

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

Por otro lado, el Perú, a través del Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO), ha sido seleccionado como uno de los cuatro Centros Subregionales de Referencia para la Inspección de Estructuras Civiles en América Latina y el Caribe, en el marco del Proyecto RLA1014 “Promoción de Tecnologías de Ensayos no Destructivos para la Inspección de Estructuras Civiles e Industriales (ARCAL CLVIX)”

De este modo, el Perú prestará apoyo a otros países de la región de América Latina y el Caribe con servicios relacionados al uso de técnicas de Ensayos No Destructivos (END) para la evaluación de estructuras civiles, en especial cuando ocurran emergencias y desastres naturales que afecten la integridad de las estructuras civiles, poniendo vidas en riesgo.

Como parte de las actividades conmemorativas por el 35 Aniversario de ARCAL, el Perú organizó en el 2019 dos Jornadas Científicas en las cuales se presentaron los resultados y logros de los proyectos ARCAL de mayor impacto en el país.

Las Jornadas Científicas realizadas los días 1 y 2 de agosto de 2019 contaron con la participación de más de 230 profesionales, investigadores, estudiantes, miembros de la comunidad científica y tomadores de decisiones de diversas instituciones nacionales, quienes pudieron conocer de qué manera el Acuerdo ARCAL ha creado un importante mecanismo de cooperación horizontal entre los países de América Latina y El Caribe para el uso seguro y pacífico de la ciencia y tecnología nucleares en la solución de problemas comunes en la región.

El primer día de la Jornada estuvo dirigido al sector salud y mostró los impactos de ARCAL en temas como el fortalecimiento de la medicina nuclear y la radio medicina en el Perú, la implementación del primer banco de tejidos y cultivo de piel para el tratamiento de quemados en el Instituto Nacional de Salud del Niño San Borja, así como la producción de radiofármacos para diagnóstico y terapia. Esta Jornada se realizó en el Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins.

El segundo día de la Jornada Científica estuvo dirigido al sector agrícola y permitió mostrar a los participantes congregados en las instalaciones del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) los resultados de los proyectos ARCAL en el campo de la seguridad alimentaria y la agricultura: el mejoramiento genético de granos nativos mediante inducción de mutaciones, el control de los contaminantes en alimentos a través de técnicas nucleares, la vigilancia y control de la mosca de la fruta mediante el uso de la TIS, y el uso de tecnología de irradiación en la agroindustria.

Es importante señalar también que en el año 2019, el Perú asumió la Vicepresidencia del Órgano de Coordinación Técnica de ARCAL por un periodo de dos años.

Se estima que el aporte en especie del Perú al Programa ARCAL en el 2019 fue de €156,820.

A continuación se resumen las principales actividades realizadas en el marco de los proyectos ARCAL en los que participó el Perú en el 2019:



RLA0062 Promoción de la sostenibilidad y la creación de redes entre las instituciones nacionales de energía nuclear (ARCAL CLXIII)
Coordinadoras del Proyecto: Susana Petrick Casagrande y Susana Gonzáles Villalobos.
Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)

Con este proyecto se espera fortalecer de manera continua las capacidades de las instituciones que usan tecnología nuclear y formar una red regional de instituciones aprovechando las capacidades existentes (servicios, formación, investigación, productos) relacionados con las tecnologías nucleares.

Los objetivos del Proyecto son:

- Analizar y evaluar la situación de cada país de la región en relación con sus capacidades, estrategias de desarrollo y planes de negocio,
- Conocer herramientas y experiencias para desarrollar planes estratégicos y planes de negocio,
- Elaborar el Plan de trabajo del Proyecto, precisando las actividades y responsabilidades para lograr los resultados,
- Articular redes locales y regionales para facilitar la comunicación, divulgación e interrelación de los Institutos Nucleares de Investigación.

Participación del coordinador de proyecto (Reuniones de coordinación, talleres, y grupos de trabajo).

Durante el año 2019 no se realizaron reuniones de coordinación en el marco del Proyecto.

Participación de sus colaboradores en reuniones, talleres, grupos de trabajo, etc.

El Sr. Jim Orlando Carrera Yalán, Gerente General del Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) participó en la Reunión Regional sobre Innovación Institucional y Establecimiento de Asociaciones en el Sector Nuclear, Texas y New México - Estados Unidos, del 19 de agosto 2019 al 23 de agosto de 2019.

RLA1013 Creación de conocimientos especializados en el uso de la tecnología de la radiación para mejorar el rendimiento industrial, desarrollar nuevos materiales y productos y reducir las repercusiones ambientales de la industria (ARCAL CXLVI)
Coordinador del Proyecto: Julio Santiago Contreras. Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM)

Participación del coordinador de proyecto (Reuniones de coordinación, talleres, y grupos de trabajo).

El coordinador del proyecto participó en el siguiente evento:

- Workshop on Accelerating towards the Future-electron Beam and X-ray Technologies, Buenos Aires, Argentina, 26 – 28 de febrero 2019.

En otros eventos especializados, el Perú fue representado por tres especialistas del IPEN:



- Taller Regional sobre Desarrollo de Material Funcional a través de la Tecnología de Radiación para Aplicaciones en la Agricultura, Salud y Medio Ambiente, Sao Paulo, Brasil, 22-26 abril 2019, Sra. Emma Castro.
- Curso regional de entrenamiento para revisar los resultados del ejercicio de intercomparación y establecer el control de calidad en irradiadores industriales, Buenos Aires, Argentina, 1-5 de julio de 2019, Srta. Mónica Vivanco.
- Taller Regional sobre Tecnologías Emergentes Avanzadas para Aplicaciones Industriales, Ocoyoacac, México, 15-19 julio 2019, Sr. Johnny Vargas.

RLA1014 Fomento de las tecnologías de ensayos no destructivos para la inspección de estructuras civiles e industriales (ARCAL CLIX)

Coordinador del Proyecto: Jorge Condori Ccari. Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN).

El proyecto RLA/1/014 fue formulado a partir del documento IAEA-TECDOC-1763, "Perfil Estratégico Regional para América Latina y el Caribe (RSP) 2016-2021", donde las tecnologías de inspección fueron identificadas como una prioridad en el área de las tecnologías de radiación, específicamente los Ensayos No Destructivos (END).

El período de ejecución del proyecto RLA/1/014 es del 2018 al 2021 y, tiene por objetivo general: mejorar la calidad de los bienes y servicios de la industria así como la seguridad de las operaciones y la protección de las vidas humanas. Para ello se deberán crear más capacidades de diagnóstico e inspección en las infraestructuras civil e industrial, en situaciones de emergencia.

En este proyecto participan 12 países de América Latina y el Caribe: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Ecuador, México, Perú, Uruguay, Venezuela.

Dentro del marco del proyecto RLA 1014, Perú en el 2019 ha recibido: una misión de experto del OIEA, una designación como Centro Subregional de Referencia para la Inspección de Estructuras Civiles y; el coordinador del proyecto por Perú ha participado en la reunión intermedia de coordinación del proyecto.

Participación del coordinador de proyecto (Reuniones de coordinación, talleres, y grupos de trabajo).

El coordinador del proyecto participó en:

- 01 Reunión técnica: Proceso de acreditación y certificación en Ensayos No Destructivos – Misión de Experto OIEA - Sr. Teles Filho João, 20 de febrero de 2019, en la que participaron 26 personas de 15 entidades de END.
- 01 Conferencia sobre acreditación, calificación y certificación en END y Sistema de Gestión de la Calidad en instalaciones de reactores nucleares de investigación



- Misión de Experto OIEA-Sr. Teles Filho João, 21 de febrero de 2019 con la asistencia de 27 profesionales y técnicos del IPEN, difundido vía email del IPEN.
- c. 01 Reunión Técnica con Instituto Nacional de Calidad - INACAL de Perú - Misión de Experto OIEA Sr. Teles Filho João; sobre Ensayos No destructivos, Esquemas de Certificación.
 - d. 01 Conferencia para personal de SENCICO, 24 de abril de 2019. Lima, Perú.
 - e. Reunión intermedia de coordinación del Proyecto RLA1014: “Promoción de Tecnologías de Ensayos no Destructivos para la Inspección de Estructuras Civiles e Industriales (ARCAL CLVIX)”, ME-RLA1014-1807220, Ciudad de México, México, del 21 al 25 de octubre de 2019.

RLA1015 Armonización de los sistemas de gestión integrada y los procedimientos de buenas prácticas de irradiación en las instalaciones de irradiación (ARCAL CLX)
Coordinador del Proyecto: Ludwig Guiop Cárdenas. Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)

El proyecto se gestó con la finalidad de establecer la base y lineamientos para la implementación, autoevaluación y mejora continua de los sistemas de gestión armonizados y procedimientos de buenas prácticas, atendiendo los distintos niveles alcanzados en las instalaciones de irradiación de los diferentes países participantes en América Latina y el Caribe, considerando además el objetivo de fortalecer la seguridad y calidad de la irradiación de productos, como también el cuidado del ambiente en las instalaciones de irradiación. Esto conlleva a optimizar no sólo el intercambio de experiencias y actividades sino también el desarrollo sostenible y el balance regional de esta actividad.

Participación del coordinador de proyecto (Reuniones de coordinación, talleres, y grupos de trabajo).

Durante el 2019 el Coordinador participó en la Reunión Final de Coordinación del Proyecto realizada en Viena del 4 al 6 de diciembre de 2019.

Asimismo se encargó de la organización del “Curso Nacional de Capacitación sobre Sistemas de Gestión Integrada”, realizado en la ciudad de Lima del 06 al 10 de mayo de 2019.

En otros eventos especializados, el Perú fue representado por especialistas de SENASA y el IPEN:

- Del 11 al 15 de marzo de 2019 - Ocoyoacac - México: “Taller Regional sobre Cultura de Seguridad y Herramientas de Gestión en Instalaciones”. Participante: Liz Villanueva Jiménez del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA).
- Del 11 al 15 de noviembre de 2019 – México D.F – México: “Curso Regional de Capacitación Avanzada en Desarrollo, Validación y Control Rutinario de Procesos de Irradiación Industrial”. Participante: Mónica Vivanco Montoya del Instituto Peruano de Energía Nuclear.



RLA1016 Certificación de los métodos de medición de flujo y las técnicas de calibración de los medidores de flujo utilizados en las industrias del petróleo y el gas por los radiotrazadores (ARCAL CLXI)

Coordinador del Proyecto: Carlos Sebastián Calvo. Universidad Ricardo Palma (URP)

El proyecto de cooperación RLA1016 está orientado a la certificación de la técnica de radiotrazadores para calibración de medidores de flujo. Se debe establecer un método certificado por norma ISO aplicable a toda la región de Latinoamérica y el Caribe.

El proyecto busca garantizar la disponibilidad de técnicas estandarizadas de radiotrazadores en los países participantes (Argentina, Brasil, Bolivia, Cuba, Ecuador, México, Panamá, Perú y Venezuela), para ayudar a desarrollar y aumentar los servicios a la industria, mientras que los documentos técnicos que se publicarán durante y después del proyecto serán una fuente única de información para todos los interesados y usuarios finales.

Las principales líneas de interés regional de los países participantes en el proyecto, son:

1. Estandarización y Calibración de mediciones de flujo volumétrico para Petróleo y Gas.
2. Estandarización y calibración para mediciones de flujo de volumen de agua y aguas residuales.

Participación del coordinador de proyecto en reuniones de coordinación, talleres, grupos de trabajo, etc.

Durante el año 2019 no se realizaron reuniones de coordinación en el marco del Proyecto.

Participación de sus colaboradores en reuniones, talleres, grupos de trabajo, etc.

En el 2019 un profesional del Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) participó en el Curso Regional de Capacitación sobre Medición de Caudales en Conductos realizado en Rio de Janeiro, Brasil, del 20 al 31 de mayo de 2019.

RLA5068 Aumento del rendimiento y del potencial comercial de los cultivos de importancia económica (ARCAL CL)

Coordinadora del Proyecto: Luz Gómez Pando. Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)

Existe la necesidad de incrementar los rendimientos y la calidad de los cultivos para satisfacer la demanda creciente de la población en condiciones donde los factores climáticos adversos se intensifican más. Con estas consideraciones, la Universidad Nacional Agraria participante del Proyecto ARCAL RLA5068, con apoyo del IPEN, ha planteado como objetivos en el Perú:



1. Obtener variedades y líneas avanzadas para la mejora del rendimiento y la calidad de la quinua (*Chenopodium quinoa*), amaranto o kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y cañihua (*Chenopodium pallidicaule*), especies de la región andina especialmente reconocidas por su valor nutritivo y su capacidad de tolerar condiciones de climas adversos como problemas de sequía y frío, para de esta forma ofrecer alternativas para enfrentar los problemas del cambio climático con cultivos altamente nutritivos.
2. Mejorar las capacidades en cuanto a formación de recursos humanos y equipamiento en el tema.

Durante el periodo 2019 se evaluaron líneas mutantes en generaciones avanzadas por su valor agronómico y su calidad. En quinua se evaluaron 39 líneas avanzadas. En kiwicha se evaluaron 111 líneas mutantes seleccionadas en la población M4. Por otro lado, para la especie cañihua se sembró la población M1 y M2 de las dos dosis irradiadas.

La coordinadora del proyecto participó en el Primer Simposio Latinoamericano: Mejora por Mutaciones en Plantas, realizado de 3-6 de Junio del 2019 en Cuba.

Se logró también la capacitación de dos profesionales de la UNALM a través de dos cursos programados en el año 2019 en Costa Rica y Colombia que reforzaron los conocimientos en el uso de técnicas biotecnológicas y en mejoramiento participativo.

RLA5071 Disminución de la tasa de parasitosis en las ovejas (ARCAL CXLIV)
Coordinador del Proyecto: Armando Hung Chaparro. Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH)

Durante el año 2019, el Perú recibió la visita del Dr. Mario Poli (13–17 Mayo, 2019) en el marco de la cual se organizó el taller donde se uniformizaron los criterios de selección de especímenes a muestrear y estrategia para propuestas de genes candidatos asociados a la resistencia a parásitos en ovinos. Se organizó la práctica de laboratorio para la toma de muestras, conservación, tiempo de conservación, procesamiento, extracción y cuantificación de ADN en sangre entera de ovinos. A los talleres y práctica de laboratorio asistieron investigadores de la Universidad Peruana Cayetano Heredia y Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP).

En representación del coordinador de proyecto, la MSc. Marcela Mora Chiò asistió a la Reunión de Coordinación Regional Final (Buenos Aires, Argentina 2 – 6 Diciembre, 2019), donde se presentó el Informe Nacional del proyecto y los resultados alcanzados.

RLA5076 Fortalecimiento de los sistemas y programas de vigilancia de las instalaciones hidráulicas mediante técnicas nucleares para evaluar los efectos de la sedimentación como un riesgo ambiental y social (ARCAL CLV)
Coordinador del Proyecto: Sergio Morera Julca. Instituto Geofísico del Perú (IGP)

El proyecto de Investigación “Fortalecimiento de los Sistemas de Vigilancia y Programas de Monitoreo de Instalaciones Hidráulicas Aplicando Técnicas Nucleares para la Evaluación de



los Impactos de la Sedimentación y sus Riesgos Ambientales y Sociales” en adelante “Sedimentación en Presas”, se encuentra en su segundo año de ejecución (ene-2018 al dic 2019). En el marco de dicho proyecto, se investiga los procesos de erosión en cuencas y sedimentación en los reservorios; y cómo ambos se ven influenciados por la hidrología extrema.

Los objetivos específicos son: (i) monitorear los procesos de erosión y transporte de sedimentos, mediante el uso de trazadores ambientales, con el fin de cuantificar las tasas de erosión en las principales sub-cuencas de la cuenca Chira, y durante eventos extremos El Niño. (ii) Identificar los principales factores que favorecen las fuertes tasas de erosión, y caracterizar las láminas de sedimentación de la presa Poechos. Se estudiará el uso del suelo/cobertura vegetal, geología-litología, topografía, actividad antrópica, y como estos reaccionan bajo diferentes escenarios climáticos.

Dicho proyecto es impulsado por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA, www.iaea.org), además contamos con el respaldo y colaboración del Instituto Peruano de Energía Nuclear (www.ipen.gob.pe), el Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE, www.lsce.ipsl.fr), la Universidad Nacional Agraria La Molina (www.lamolina.edu.pe), la Universidad Nacional de Piura (UNP, www.unp.edu.pe) y el Proyecto Especial Chira Piura (PECHP, www.chirapiura.gob.pe). El esfuerzo conjunto de dichas instituciones busca generar herramientas que promuevan acciones y políticas efectivas para la planificación y dimensionamiento de las obras hidráulicas, así como el manejo y protección del recurso agua y suelo a nivel local/regional.

Desde enero a diciembre del 2019, se realizaron las siguientes actividades:

- (i) Compilación y sistematización de las batimetrías anuales de la Presa Poechos en el marco de una tesis para optar el título de ingeniero titulada “Cuantificación y clasificación de las tasas de sedimentación en el reservorio de Poechos”.
- (ii) Se realizó la caracterización climatológica y se implementó un modelo hidrológico en el SWAT, el cual será calibrado y validado en el 2020
- (iii) Trabajos en campo: se logró extraer 20 metros de testigos de sedimentos del reservorio de Poechos, a la fecha se vienen realizando gestiones para enviar dichos testigos a un laboratorio especializado que detecte la presencia de isótopos o elementos como potenciales trazadores
- (iv) Participación de dos especialistas en el 2do curso internacional para integrar los FRN, CSSI e isótopos estables; desarrollado del 04 al 15 de noviembre en Valdivia Chile; se desarrollaron clases teóricas, en campo y laboratorio (manipulación de equipos).

RLA5077 Mejora de los medios de subsistencia mediante una mayor eficiencia en el uso del agua vinculada a estrategias de adaptación y mitigación del cambio climático en la agricultura (ARCAL CLVII)

Coordinador del Proyecto: Eduardo Chávarri Velarde. Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)

Durante el 2019 se desarrollaron las siguientes actividades dentro del proyecto ARCAL RLA5077 ‘Mejora de los medios de subsistencia mediante una mayor eficiencia en el uso del



agua vinculada a estrategias de adaptación y mitigación del cambio climático en la agricultura' (ARCAL CLVIII):

a) Investigación

- Se realizó un ensayo relacionado con la evaluación de diferentes láminas de riego en el cultivo de Zucchini (*Cucurbita pepo* L), con el objeto de realizar la calibración y validación del modelo AQUACROP. El ensayo fue realizado en una parcela ubicada en la UNALM.
- Se diseñó y planificó el experimento, considerando bloques al azar y 04 tratamientos de lámina de riego.
- Las 04 láminas de riego correspondieron a: 120%ET_o, 100%ET_o, 80%ET_o y 60%ET_o.
- El experimento se llevó a cabo entre mayo y agosto del 2019 y se cuenta con la información del registro continuo de la humedad del suelo a 10 cm y 30 cm por tratamiento. Asimismo, el monitoreo de la cobertura del dosel y la cantidad de biomasa y el rendimiento cosechado.
- La investigación no ha culminado, debido a que no se ha determinado los porcentajes de evaporación y de transpiración del cultivo, mediante el análisis isotópico de ¹⁸O y ²H. Esto en vista que aún no llega a la UNALM, el equipo de destilación que viene como donación por parte del OIEA desde Viena. Las muestras de suelo húmedo se encuentran en refrigeración, pendiente de análisis hasta que llegue el equipo de destilación antes mencionado.

b) Capacitación

Se participó en el curso regional de capacitación sobre el 'Uso del Modelo AQUACROP para Mejorar la Eficiencia en el Uso del Agua y la Productividad de los Cultivos'. El curso se llevó a cabo en la ciudad de Montevideo, Uruguay, del 11 al 16 de marzo del 2019.

El objetivo principal de la capacitación fue aprender a utilizar el modelo AQUACROP. El modelo AQUACROP sirve para realizar la simulación del crecimiento de los cultivos. Fue desarrollado por la FAO para mejorar la productividad del agua en condiciones de secano y regadío. Simula la respuesta del rendimiento de los cultivos herbáceos al agua y es particularmente adecuado para las condiciones en las que el agua es un factor limitante en la producción de cultivos.

c) Reunión de coordinación intermedia del proyecto RLA5077

Fue realizada en la ciudad de Montevideo, Uruguay, del 18 al 21 de marzo del 2019

Los objetivos de la reunión fueron:



- Presentar y discutir el progreso de los experimentos de campo en cada país.
- Discutir la proyección del proyecto y plan de trabajo
- Identificar los retos y lecciones aprendidas

d) Divulgación

Se realizaron 02 actividades de divulgación del proyecto: La primera dirigida a profesores de la Universidad Nacional Agraria La Molina y la segunda en un simposio realizado por la Universidad Nacional Jorge Basadre (Tacna)

Asimismo, se realizó un curso introductorio de AQUACROP para los alumnos de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

RLA5078 Mejora de las prácticas de fertilización en los cultivos mediante el empleo de genotipos eficientes, macronutrientes y bacterias promotoras del crecimiento de las plantas (ARCAL CLVII)

Coordinador del Proyecto: Sady García Bendezú. Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)

El proyecto busca contribuir en la selección de genotipos con alta eficiencia de uso de fertilizante nitrogenado y de microorganismos con alta capacidad de fijación biológica del nitrógeno mediante el empleo del isótopo ^{15}N .

Participación en reuniones de coordinación y talleres:

Durante el año 2019 se realizaron los cursos regionales avanzados planeados dentro del proyecto. Dichos cursos fueron:

- Curso regional avanzado de capacitación sobre técnicas de N^{15} para mejorar la eficiencia de la fertilización nitrogenada y de los agentes del crecimiento de las plantas. Organizado por el Centro de Energía Nuclear en Agricultura de la Universidad de Sao Paulo. Se realizó en la ciudad de Piracicaba, Brasil; del 26 al 30 de agosto del 2019. Asistió por el Perú el Dr. Sady García Bendezú.
- Curso regional avanzado de capacitación sobre bioestimulantes y e biofertilizantes para mejorar el crecimiento de los cultivos. Organizado por el Centro de Energía Nuclear en Agricultura de la Universidad de Sao Paulo. Se realizó en la ciudad de Piracicaba, Brasil; del 02 al 06 de septiembre del 2019. Asistió por el Perú el Ing. Fernando Chung Montoya.

Estos cursos avanzados fueron de utilidad para profundizar en el manejo de técnicas en producción y aplicación de biofertilizantes y en el uso del isótopo ^{15}N en la evaluación de la eficiencia de la fertilización nitrogenada por los cultivos. Fueron también muy importantes para terminar la planificación e instalación de los ensayos experimentales en campo.

**RLA6077 Adopción de medidas estratégicas para fortalecer la capacidad de diagnóstico y tratamiento de cáncer con un enfoque integral (ARCAL CXLVIII)**
Coordinador del Proyecto: Lourdes Ortega Vera. Ministerio de SaludIntroducción

El cáncer constituye un problema de salud pública mundial por su elevada carga, en especial para los países en desarrollo. Cada año se diagnostica algún cáncer a más de 18 millones de personas, cifra que, según se prevé, ascenderá a 29,5 millones en 2040.

Se estima que los costos combinados del diagnóstico y tratamiento del cáncer, pérdida de productividad (por morbilidad y muerte prematura) y los costos del cuidado informal alcanzaron en 2009 los 126 billones de euros en la Unión Europea (UE). Los costos médicos directos (Total de gastos de atención de la salud) en los Estados Unidos en 2011 se estimaron en alrededor de \$ 88,7 billones por año. No hay datos similares sobre el costo del cáncer en países de bajos y medianos ingresos; sin embargo, es probable que sean mayores

El cáncer es una patología que daña en gran magnitud no sólo al paciente, sino a toda la familia. Al 2012, el número de años de vida saludable perdidos (AVISA) por cáncer en el Perú fue de 420 024, lo que constituyó el 7,2% de la carga de enfermedad nacional. Anteriormente las personas de escasos recursos económicos no tenían acceso a la oferta de servicios en salud para la prevención, diagnóstico y tratamiento del cáncer. Cuando lograban acceder, era tarde, ya que el 75% de pacientes llegaba a los servicios de salud en etapa avanzada (estadios clínicos III y IV).

En el año 2013, una de las acciones del estado para mejorar el acceso de las personas con cáncer a los servicios de salud fue la creación del Plan Nacional para la Atención Integral del Cáncer y Mejoramiento del Acceso a los Servicios Oncológicos en el Perú, con el objetivo de ampliar la capacidad del Estado para financiar el acceso a un diagnóstico precoz y tratamiento completo ampliando la atención de los servicios oncológicos a diferentes regiones del país; dicho programa tuvo una duración de 3 años (período 2013-2015), beneficiando a más de 16 millones de personas con la prevención primaria y a más de 2.5 millones de personas con prevención secundaria mediante tamizaje de cáncer: cuello uterino, mama, gástrico, colon y próstata. De acuerdo al documento “Memoria del Plan Esperanza” publicado en 2015 por el Ministerio de Salud, 132 635 peruanos con cáncer afiliados al Seguro Integral de Salud (SIS) fueron atendidos gratuitamente en las neoplasias malignas más frecuentes, como cáncer de mama, cuello uterino, próstata, estómago, colon, entre otras neoplasias (leucemia y linfoma) a través del Fondo Intangible Solidario de Salud (FISSAL). Asimismo, se atendió a 2 753 pacientes con leucemia, de los cuales 1 322 eran niños y adolescentes de entre 0 a 17 años y se logró realizar 98 trasplantes de médula ósea con financiamiento del FISSAL; dichas acciones lograron reducir los estadios avanzados de 75% a 50% en afiliados al SIS.

La Radio-oncología u Oncología Radioterápica es una especialidad multidisciplinaria considerada como parte esencial en el manejo del cáncer, que utiliza complejos equipos y fuentes de radiación para la administración del tratamiento, denominado Radioterapia y que debe estar incorporada en los programas de control del cáncer. Se utiliza como modalidad única o en combinación con quimioterapia o cirugía, para curación o paliación. De los



pacientes con cáncer que son curados, se estima que el 49% son curados con cirugía, 40% con radioterapia sola o combinada con otras modalidades y 11 % por quimioterapia sola o combinada. Más de la mitad de los pacientes con cáncer requieren radioterapia, ya sea como parte de su tratamiento primario o en relación con recidivas o tratamiento paliativo. La Radioterapia se administra a través de dos modalidades principales: 1) Teleterapia o radioterapia externa, que utiliza equipos de radiación como aceleradores lineales y/o unidades de Cobalto, denominados en común equipos de mega voltaje (EM) y equipos de orto voltaje o terapia superficial; y 2) Braquiterapia o radioterapia interna, siendo la Braquiterapia de alta tasa de dosis considerada la más segura por protección radiológica. Existen diversos esquemas de tratamiento con Teleterapia, siendo el más usado con fines curativos el denominado convencional, que administra pequeñas dosis diariamente durante 4 a 8 semanas, con un período de descanso de 2 días por semana, para la recuperación de los tejidos sanos afectados por la radiación.

El Organismo Internacional de Energía Atómica estimó que en el 2015 eran necesarios 10,000 equipos de teleterapia en los países en desarrollo, y sólo 3300 equipos de teleterapia se encontraban instalados, cifra muy por debajo de las necesidades. Existe además una gran necesidad de profesionales calificados (médicos radio-oncólogos, físicos médicos de radioterapia, tecnólogos de radioterapia, oficiales de protección radiológica, ingenieros de mantenimiento, etc.). Se reconoce ampliamente que los aspectos clínicos (diagnóstico, tratamiento la toma de decisiones, la indicación para el tratamiento y seguimiento), así como los procedimientos relacionados con los aspectos físicos y técnicos del tratamiento del paciente, deben ser sometidos a un cuidadoso control y planificación con el fin de garantizar la seguridad y alta calidad de la radioterapia.

Según la OMS, para afrontar la demanda de Radioterapia los países deben tener 4 equipos de teleterapia por cada millón de habitantes y como mínimo 2 equipos por millón, lo que para el Perú significaría 120 y como mínimo 60 equipos de Radioterapia

Por otro lado, diversos estudios han calculado la brecha de equipamiento por incidencia de cáncer, estimando que el 60 % de los pacientes deben recibir radioterapia y 23 % de ellos necesitarán retratamiento, en la misma u otra localización. La capacidad de atención de cada equipo de Teleterapia por turno de tratamiento varía dependiendo del número de horas de atención y del número de pacientes atendidos por hora, siendo en promedio de 400 a 600 pacientes por año.

Resumen Ejecutivo

El Proyecto RLA/6/077 “Toma de Acciones Estratégicas para el Fortalecimiento de Capacidades de Diagnóstico y Tratamiento del Cáncer con un Enfoque integral” (ARCAL CXLVIII) cuenta con la participación de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, El Salvador, Guatemala, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Uruguay y Perú. El objetivo del proyecto es mejorar la cantidad y la calidad de los recursos humanos existentes (físicos médicos, oncólogos, médicos nucleares, radio-oncólogos y tecnólogos) en el uso de tecnologías avanzadas para el diagnóstico y tratamiento del cáncer bajo el esquema de buenas prácticas y el uso de los datos



de registro de cáncer con los estándares adecuados de protección radiológica, todo lo cual se relaciona con el propósito de apoyar los programas nacionales de cáncer.

Objetivos del proyecto:

Mejorar la cantidad y calidad de los recursos humanos existentes para el uso de tecnología avanzada en el diagnóstico y tratamiento del cáncer en condiciones de "buenas prácticas" siguiendo las normas de protección radiológica

Resultado esperado:

Mejor calidad y cantidad de recursos humanos existentes (oncólogos, médicos de medicina nuclear, física médica, radiólogos, tecnólogos y radiofármacos y radioterapia, radiología diagnóstica y medicina nuclear) en el uso de tecnologías avanzadas para el diagnóstico y tratamiento del cáncer y el uso de datos de los registros de cáncer, con estándares adecuados de protección contra la radiación.

Productos esperados del proyecto:

- a) Equipos de coordinación a nivel nacional que trabajan como gerentes para la integración entre las partes técnicas y de gestión de los proyectos de tecnologías híbridas.

Indicadores: Equipos de coordinación creados en al menos el 75% de los países que han instalado tecnología híbrida.

- b) Equipos multidisciplinarios para formar entrenadores capacitados y disponer de paquetes de capacitación para acciones de capacitación en cascada

Indicadores: Equipos multidisciplinarios creados para la capacitación de formadores en al menos el 75% de los países participantes en el proyecto. Equipos multidisciplinarios capacitados para la capacitación de instructores con más del 50% de sus miembros en el nivel avanzado en el último año del proyecto.

- c) Estrategia fortalecida para la Educación y Comunicación de la Información sobre el uso de nuevas tecnologías para el diagnóstico y tratamiento del cáncer en la región.

Indicadores: Estrategia de Información, Educación y Comunicación (IEC) sobre el uso de nuevas tecnologías para el diagnóstico y tratamiento del cáncer en al menos el 75% de los países participantes

Participación del coordinador de proyecto (Reuniones de coordinación, talleres, y grupos de trabajo).

Durante el año 2019 no hubo reuniones vinculadas al proyecto RLA6077.

En el 2019 se realizó un cambio de coordinador nacional del proyecto.

En otros eventos especializados, el Perú fue representado por las siguientes especialistas:



ARCAL

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

- Curso Regional de Capacitación en Imágenes para Radioterapia, realizado en Argonne, Houston, Texas del 29 abril - 4 mayo 2019. Participaron: Kelita Erika Jara Matienzo del Servicio de Radioterapia del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins, y Guadalupe Urbina Laime del Servicio de Radioterapia del Hospital Nacional Alberto Seguin Escobedo – Arequipa
- Curso Regional de Capacitación sobre Prevención de Accidentes e Incidentes en Radioterapia, realizado en Lemont, IL, Estados Unidos de América del 24-28 junio 2019. Participó: Anuska Olimpia Echegaray Urrutia del Hospital Goyeneche de Arequipa

Durante el 2019, el Perú fue sede de 3 cursos regionales en el marco del proyecto RLA/6/077:

No.	ACTIVIDAD	INSTITUCIÓN, CIUDAD Y PAÍS	FECHA	PARTICIPANTES
1	Curso Regional de Transición Braquiterapia 2D-3D	Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN) Lima, Perú	21 al 25 de octubre	42 profesionales de los Estados Miembros de ARCAL que participan en el proyecto
2	Curso de formación regional (RTC) en nuevas aplicaciones clínicas de tecnología de medicina nuclear EVT1901730	Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN) Red Prestacional Almenara (ESSALUD)	12 al 16 de noviembre	34 participantes de los Estados miembros de ARCAL involucrados en el proyecto RLA6077
3	Curso regional de capacitación sobre técnicas de diagnóstico y nuevas terapias en medicina nuclear para enfermedades no transmisibles EVT1901731	Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN) e Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) Lima, Perú	12 al 16 de noviembre	34 participantes de los Estados miembros de ARCAL involucrados en el proyecto RLA6077.

Para estos eventos nuestro país recibió la visita de numerosos expertos designados por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA):

- Judith Kessler, Instituto de Oncología “Angel H. Roffo”, Buenos Aires, Argentina
- Carlos Salum, Instituto de Oncología “Angel H. Roffo”, Buenos Aires, Argentina
- Apolo Salgado, Instituto Nacional del Cáncer, Santiago, Chile
- Mario Marengo, Físico Médico, Boloña, Italia
- Ismael Cordero, CNMT, Facultad de Medicina, Universidad de la República Oriental del Uruguay



- Mariano Gastón Portillo, Centro de Diagnóstico Dr. Enrique Martín Rossi, Buenos Aires, Argentina
- Camilo García, Especialista en Medicina Nuclear, Centre Hospitalier Universitaire Saint-Pierre, Bruselas. Bélgica
- Stefano Fanti, Médico Especialista en Medicina Nuclear, Director de la División de Nuclear Medicine y PET del Policlinico S.Orsola, Director de la Especialidad de Medicina Nuclear. Universidad de Bologna. Italia
- Juliano Cerci, Médico Especialista en Medicina Nuclear, Quanta Diagnóstico, Curitiba, Brasil
- Joao Vitola, Especialista en Medicina y Cardiología Nuclear, Quanta Diagnóstico & Terapia, Curitiba, PR, Brazil
- Ora Israel, Rambam Health Care Campus, Haifa, Israel

RLA6079 Utilización de técnicas de isótopos estables en la vigilancia y las intervenciones a fin de mejorar la nutrición de los niños pequeños (ARCAL CLVI)
Coordinadora del Proyecto: Edith Huamán Guadalupe. Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP)

Participación del coordinador de proyecto (Reuniones de coordinación, talleres, y grupos de trabajo).

La coordinadora del proyecto RLA6079 participó en la Reunión Intermedia de Coordinación del proyecto realizada en Santo Domingo, República Dominicana, del 2 al 6 de septiembre 2019. La reunión contó con la participación de los representantes de 12 países: Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, Guatemala, Honduras, Jamaica, República Dominicana, Panamá, Perú y Uruguay.

Los objetivos de la reunión fueron:

- Revisar el estado del proyecto a nivel nacional
- Analizar las principales dificultades encontradas
- Medidas adoptadas para garantizar la conclusión del proyecto
- Propuestas de ajustes al Plan de Actividades del Proyecto
- Propuestas de ajustes al presupuesto del Proyecto
- Elaboración de planes de trabajo nacional y regional 2019-2020.
- Preparar el informe de la reunión de coordinación.

Durante la semana se acordó el plan de trabajo regional para el resto de la implementación del proyecto, así como los lugares y fechas tentativas para la realización de las diferentes actividades y reuniones regionales del proyecto. De igual forma, los países prepararon y presentaron sus planes de trabajo nacionales.

Las actividades de comunicación y disseminación de los resultados del proyecto son cruciales para la concientización tanto de la población de la región, como de los tomadores de decisiones, así como para la formación de los profesionales de la salud. Durante la reunión, se



preparó un borrador del componente de comunicación, de acuerdo con el formato propuesto por ARCAL, incluyendo actividades relacionadas distribuidas por año. Se acordó durante la primera reunión de coordinación que el borrador discutido sería compartido con el Comunicador de ARCAL de Cuba (al ser la DTM del proyecto de Cuba). A la fecha actual esto no fue realizado, sin embargo, hubo algunos contactos de trabajo y se fijará una nueva fecha para realizar la actividad. Además, cada una de las contrapartes deberán ponerse en contacto con el Comunicador Nacional de ARCAL respectivo, para elaborar las estrategias de comunicación nacionales respectivas. En este sentido algunos contactaron con los comunicadores de sus países.

RLA6080 Armonización de los criterios sobre las buenas prácticas de fabricación y el control de calidad de los radioisótopos y radiofármacos (ARCAL CLII)
Coordinador del Proyecto: Eleazar Aliaga Rojas. Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)

Participación del coordinador de proyecto (Reuniones de coordinación, talleres, y grupos de trabajo).

- El Coordinador del proyecto participó en la Reunión Final de Coordinación, realizada en La Habana, Cuba del 16 al 20 de diciembre 2019.
- El Coordinador del proyecto participó también en la coordinación vía on line del temario de los cursos regionales de SPECT y PET, así como en las actividades de coordinación para la selección de los candidatos de Perú a los mencionados cursos.
- También ha colaborado con la DTM en la elaboración del informe anual del proyecto conjuntamente con los coordinadores de los otros países participantes.

En otros eventos especializados, el Perú fue representado por los siguientes especialistas:

- Miguel Angel Vasquez Huamán (IPEN)
Curso Regional de Capacitación sobre Buenas Prácticas de Fabricación en la Producción de Radiofármacos utilizados en Tomografía Computarizada por Emisión de Fotón Único (SPECT)
Sao Paulo, Brasil
30 setiembre a 4 octubre 2019
- Luis Alberto Caparachin Pimentel (Centro de Producción de Radiofármacos ESSALUD) y Lourdes Zegarra Mayo (IPEN)
Curso Regional de Capacitación sobre Buenas Prácticas de Fabricación en la Producción de Radiofármacos utilizados en Tomografía de Emisión de Positrones (PET)
Montevideo, Uruguay
14 a 18 octubre 2019

**RLA7023 Evaluación de los componentes de los aerosoles atmosféricos en zonas urbanas para mejorar la contaminación del aire y la gestión del cambio climático (ARCAL CLIV)****Coordinadora del Proyecto: Patricia Bedregal Salas. Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN).**Introducción

La ciudad de Lima concentra la mayor parte de la población convirtiéndose en una de las mega ciudades de América Latina y El Caribe, donde habita, aproximadamente, un tercio de la población de Perú. Este crecimiento ha provocado que muchas de las industrias que antes se encontraban en las afueras de la ciudad, ahora queden inmersas en centros poblados.

Este crecimiento ha provocado que muchas de las industrias que antes se encontraban en las afueras de la ciudad, ahora queden inmersas en centros poblados. Asimismo, como está publicado en el Plan Estratégico Nacional de Seguridad Vial 2017-2021, Lima acoge los dos tercios del parque automotor nacional, éste se ha incrementado indiscriminadamente en los últimos siete años, lamentablemente no en calidad, y de tener 2 millones 286 mil vehículos, en el 2009, pasó a 5 millones 244 mil, en el 2015. Cifra que se duplicó por la entrada al país de motocicletas, moto-taxis y camionetas tipo combi, provocando mayor contaminación atmosférica, la que impacta de forma negativa en la calidad de vida y salud de la población.

La exposición a contaminación del aire se ha asociado a una variedad de efectos adversos a la salud. La evidencia más reciente se centra en los efectos respiratorios y cardiovasculares atribuidos a exposiciones de corto y largo tiempo, respectivamente, así como en los resultados en el desarrollo del embarazo.

Con el objetivo general de reducir el impacto de las actividades humanas en el deterioro de la calidad del aire, la salud humana y el cambio climático, 14 países de América Latina y el Caribe vienen uniendo esfuerzos a través del proyecto ARCAL 7023, “Evaluación de componentes de aerosoles atmosféricos en áreas urbanas, para mejorar la gestión de la contaminación de aire y el cambio climático”

Resumen Ejecutivo

La implementación del proyecto ARCAL RLA 7023, titulado “Evaluación de componentes de aerosoles atmosféricos en áreas urbanas, para mejorar la gestión de la contaminación del aire y el cambio climático”, se inició con la primera reunión de coordinadores de proyecto realizada en la ciudad de Buenos Aires, Argentina del 20 al 23 de marzo de 2018, donde se entablaron discusiones técnicas sobre el muestreo, medición y evaluación de resultados, además del plan de trabajo. Como producto de ello se estableció el plan de trabajo, estrategias para su implementación, presupuesto para 02 años de proyecto, concluyendo con la elaboración del informe de la reunión.

En el marco del proyecto y en cumplimiento de las actividades, se han ejecutado y promovido, por la coordinadora del proyecto, una serie de tareas, destacando en el año 2019 las siguientes:



ARCAL

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

1. Comunicación permanente con los coordinadores del proyecto: se ha creado un WhatsApp del grupo de trabajo y se ha tenido una reunión virtual el 19 de febrero de 2019, mediante la plataforma WEBEX del OIEA y con la participación de ARG, BRA, CHI, COL (parcial), ECU, JAM, MEX, PER y URU.
2. Inicio del muestreo en la estación de Carabayllo, seleccionada para el estudio el día 03 de abril de 2019, de acuerdo al cronograma establecido en la reunión virtual. Muestreo cada 3 días por 24 horas.
3. Preparación y envío a Costa Rica de 59 filtros de cuarzo PM10 muestreado entre el 03 de abril y el 14 de noviembre de 2019, para el análisis de carbón orgánico, carbón elemental y iones.
4. Inicio de análisis de muestras de filtros de teflón PM2.5 utilizando el análisis por activación neutrónica y fluorescencia de rayos X, en noviembre de 2019.

2. PARTICIPACIÓN DEL COORDINADOR NACIONAL EN LAS ACTIVIDADES DE ARCAL

La Coordinadora Nacional del Perú participó en las siguientes reuniones y actividades:

- Reunión del Grupo Directivo del OCTA realizada del 15 al 17 de mayo de 2019 en La Habana, Cuba.
- XX Reunión Ordinaria del Órgano de Coordinación Técnica de ARCAL (OCTA), realizada en Varadero, Cuba, del 20 al 24 de mayo de 2019
- Primera Reunión para Elaboración del nuevo Perfil Estratégico Regional (PER) 2022-2029, cuyo título oficial es “Agenda ARCAL 2030”, realizada en Viena, Austria del 4 al 8 de noviembre de 2020.
- Convocatoria nacional para la presentación de propuestas de proyectos ARCAL para el ciclo 2022-2023 y evaluación de propuestas recibidas de instituciones peruanas.
- Como Coordinadora del Área Temática de Tecnología con Radiaciones: análisis de propuestas de proyectos presentadas por los países miembros de ARCAL en dicha área temática.
- Elaboración del nuevo Perfil Estratégico Regional (PER) 2022-2029 “Agenda ARCAL 2030”.
- Conjuntamente con la Representante Nacional de Comunicación de ARCAL por Perú: administración de la cuenta Twitter de ARCAL a partir de setiembre 2019.
- Jornada Científica de dos días como parte de las actividades conmemorativas por el 35 Aniversario del Acuerdo ARCAL.
- Seguimiento de planes de trabajo de los proyectos ARCAL a través de reuniones e interacción constante con las contrapartes.



3. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos durante el desarrollo de los proyectos en los que ha participado el Perú:

RLA0062 Promoción de la sostenibilidad y la creación de redes entre las instituciones nacionales de energía nuclear (ARCAL CLXIII)

Durante el 2019 se realizaron acercamientos y coordinaciones con empresas para la transferencia tecnológica de las aplicaciones nucleares. Asimismo se realizaron cursos nacionales para el fortalecimiento de las capacidades en ciencia y tecnología nuclear.

RLA1013 Creación de conocimientos especializados en el uso de la tecnología de la radiación para mejorar el rendimiento industrial, desarrollar nuevos materiales y productos y reducir las repercusiones ambientales de la industria (ARCAL CXLVI)

Julio Santiago fue capacitado en las aplicaciones de los aceleradores de electrones y rayos-X (Workshop on Accelerating towards the Future-electron Beam and X-ray Technologies, realizado en Buenos Aires, 26 – 28 de febrero 2019).

Se ha capacitado a una especialista del IPEN (Emma Castro) en las aplicaciones de las tecnologías de irradiación en agricultura, en salud y en medio ambiente (Workshop on Development of Functional Material by Radiation Technology for Agricultural, Health Care and Environmental Applications, realizada en Sao Paulo, Brasil, del 22-26 abril 2019).

El IPEN continuó participando en el ejercicio de intercomparación de dosimetría. La capacitación de la Srta. Mónica Vivanco del IPEN ayudó a evaluar dos aspectos importantes en el ensayo de aptitud: en primer lugar, la intercomparación de los resultados de cada país participante con el valor asignado. En segundo lugar, utilizar la propia incertidumbre de medición del participante. (Curso regional de entrenamiento para revisar los resultados del ejercicio de intercomparación y establecer el control de calidad en irradiadores industriales, Buenos Aires, 1-5 de julio de 2019).

RLA1014 Fomento de las tecnologías de ensayos no destructivos para la inspección de estructuras civiles e industriales (ARCAL CLIX)

Entre los principales resultados del proyecto en el 2019 se menciona:

El Perú recibió una Misión de Experto sobre Ensayos No Destructivos - Esquemas de Certificación, con el fin de fomentar la acreditación y certificación del personal de END de acuerdo a las Normas ISO 9712 e ISO 17024, a nivel nacional.

El Perú ha sido seleccionado por el OIEA como Centro de Referencia Subregional para Inspecciones en Estructuras Civiles a través del Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO), con lo cual se fortalecerá capacidades de



diagnóstico e inspección en las infraestructuras civil e industrial en situaciones de emergencia en el país.

Para su implementación el OIEA dotará al Centro con los siguientes equipos:

- Un sistema de escaneo de tuberías
- Un equipo de END de retrodispersión de neutrones.
- Un sistema de adquisición de datos con 6 detectores para aplicaciones de radiotrazadores
- Un conjunto de equipos END para ensayos de hormigón.
- Un equipo Georadar para hormigón
- Un equipo Georadar para suelo
- Una cámara infrarroja

Este Centro prestará servicios sin ánimo de lucro a la región de América Latina y el Caribe, con servicios relacionados con el uso de Ensayos No Destructivos para la evaluación de estructuras civiles en la respuesta a las emergencias, como los terremotos que afectan la integridad de las estructuras civiles.

RLA1015 Armonización de los sistemas de gestión integrada y los procedimientos de buenas prácticas de irradiación en las instalaciones de irradiación (ARCAL CLX)

La participación de la representante del Área de Irradiación de la Unidad de los Centros de Producción de Moscas de la Fruta del SENASA en el Taller Regional sobre Cultura de Seguridad y Herramientas de Gestión en Instalaciones, realizado en México, fue muy positiva y permitió reforzar los conocimientos tanto en cultura de seguridad como en herramientas de gestión. El SENASA cuenta en la actualidad con un irradiador panorámico categoría II con una actividad de 23,000 Ci.

El Perú organizó también el Curso Nacional de Capacitación sobre Sistemas de Gestión Integrada en las Instalaciones del Centro Superior de Estudios Nucleares, en el cual participaron un gran número de profesionales de SENASA, IPEN, Banco de Tejidos del Instituto Nacional de Salud del Niño, entre otros. El curso incluyó sesiones teóricas y prácticas sobre gestión por procesos, gestión de calidad (Norma ISO 9001), gestión ambiental (Norma ISO 14001), y gestión de seguridad (Norma ISO 45001).

RLA1016 Certificación de los métodos de medición de flujo y las técnicas de calibración de los medidores de flujo utilizados en las industrias del petróleo y el gas por los radiotrazadores (ARCAL CLXI)

En el marco de la ejecución del Proyecto RLA1016 se realizaron en el Perú los siguientes estudios:

- Fenómenos de transporte de sedimentos y su influencia en las plantas de tratamiento de agua en Perú.



- Estudios hidrodinámicos para la simulación de condiciones de flujo en canales abiertos
- Estudios hidrodinámicos para la simulación del Proyecto Nacional Hidroeléctrico San Gabán
- Estudio del transporte de sedimentos durante el escenario del fenómeno de las precipitaciones costeras (publicación en curso)
- Actualización del estudio "Aplicación de técnicas nucleares en estudios de transporte de sedimentos"

A continuación se presentan algunos resultados del proyecto RLA1016:

- a) Brasil y Perú consiguieron su participación en el Proyecto como P-Members de ISO subcomité TC/30, constituyendo este hecho un resultado a destacar para nuestro país, considerando además las futuras incorporaciones de Cuba, México, Panamá y Bolivia; siendo esta una de las estrategias para la modificación e implementación de la norma en los países participantes.
- b) La participación de Brasil y Perú como P-members de ISO, fue considerada estratégica para la modificación e implementación de la norma. A este respecto se remitieron las normas técnicas nacionales al Coordinador Regional. Dichas normas fueron copiadas de la biblioteca de INACAL, por el propio Coordinador Nacional. Es de esperar que hayan sido de utilidad para el avance del trabajo realizado. Dichos avances se deben conocer en la próxima Reunión de Coordinación.
- c) Se espera que los resultados obtenidos con el proyecto sean usados para definir un sistema de estandarización para proveer servicios de certificación de medidores de flujo de gas y petróleo en una fase, incluyendo medidores de flujo de agua y otros fluidos, para empresas e instituciones operativas en los estados miembros.

A continuación, se indican los entregables que se esperaban con la participación nacional y los avances logrados derivados de la ejecución del proyecto hasta el momento.

- Validación de al menos dos líquidos y un sistema de fase sólida mediante el uso de técnicas de radiotrazadores, a través de mediciones de flujo y experimentos de calibración. El saldo pendiente era al 100% hasta fines de 2018, pero que se habría podido mejorar con los eventos de capacitación realizados el 2019, a nivel de los diferentes países participantes. Este resultado se debe conocer a cabalidad en la próxima Reunión de Coordinadores del proyecto.
- Pautas para la investigación de validación basadas en técnicas de radiotrazadores, tal como se aplican a las mediciones de flujo y calibración de los diferentes tipos de medidores. Grado de avance de aproximadamente 60%, considerando las evaluaciones en las instalaciones de la Universidad Ricardo Palma.
- Publicación de algunas normas interregionales sobre mediciones de flujo de radiotrazadores y calibración de medidores de flujo. El saldo pendiente era al 100% hasta fines de 2018, pero que se habría podido mejorar con los eventos nacionales



realizados el 2019, a nivel de algunos países participantes. Este resultado se debe conocer a cabalidad en la próxima Reunión de Coordinadores del proyecto.

RLA5068 Aumento del rendimiento y del potencial comercial de los cultivos de importancia económica (ARCAL CL)

Las actividades realizadas son parte del programa de mejoramiento genético de los granos nativos que se realizan en el Programa de Cereales y Granos Nativos de la Universidad Nacional Agraria La Molina. En esta etapa se ha puesto mucho énfasis en el desarrollo de líneas mutantes con resistencia al mildiu, la enfermedad más importante de la quinua en la región andina y en todos los países del mundo que siembran o realizan experimentos de quinua. Si bien no se ha encontrado líneas con resistencia total o cualitativa se han identificado mutantes con resistencia parcial o cuantitativa. Su empleo por los agricultores podría significar la reducción en el uso de fungicidas y esto significa mejorar la rentabilidad del agricultor y reducir la contaminación ambiental.

En el caso de kiwicha y cañihua el objetivo es mejorar el rendimiento y la calidad de los granos. Esto contribuiría a mejorar la rentabilidad del agricultor y proporcionarles mayor cantidad de alimentos con calidad en condiciones de climas adversos y suelos pobres.

Resultados

Objetivo 1:

Variedades y líneas avanzadas para la mejora del rendimiento y la calidad de la quinua (*Chenopodium quinoa*), amaranto o kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y cañihua (*Chenopodium pallidicaule*).

QUINUA (*Chenopodium quinoa*)

Se continuó con la evaluación de líneas mutantes seleccionadas por resistencia cuantitativa al mildiu en condiciones de Valle del Mantaro – Junín 2019. Se establecieron dos experimentos; empleando el diseño estadístico de bloques completos al azar con tres repeticiones.

Experimento 1

Se evaluaron 17 líneas mutantes, seis accesiones del Banco de germoplasma y dos testigos comerciales.

Para rendimiento de grano se encontró una media del experimento igual a 3301.0 kg/ha. El rango de rendimiento vario de 2357.7 a 4126.0 kg/ha, correspondiendo el valor más bajo a la accesión PEQPC-0321 y el más alto al mutante M3AM250-18B; valores significativamente diferentes, el rendimiento de los testigos Blanca de Hualhuas y Amarilla de Maranganí fue de 2801.0 kg/ha.

Se observó un rango de altura de planta de 126.0 a 180.67 cm, corresponde el valor más bajo el mutante MQAM250-185 y el más alto a la accesión PEQPC-2073. Los testigos



comerciales, Blanca de Hualhuas y Amarilla de Maranganín alcanzaron una altura de planta igual a 147 cm. El valor medio a nivel del experimento fue igual a 150.12 cm.

Los resultados de las evaluaciones realizadas de respuesta a la enfermedad originada por el mildiú (*Perenospora variabilis*) presentaron un rango de severidad de 30 a 70 %; con el valor más bajo figuran los mutantes MQAM250-283, MQAM150- 45, MQAM150- 80, MQAM250-255, MQAM150- 16 y M3AM250-18B y la accesión PEQPC-1091y con el valor más alto la accesión PEQPC-2088 y los testigos comerciales presentaron severidad de 60 % para Blanca de Hualhuas y Amarilla de Maranganí; respectivamente. El valor medio del experimento fue igual a 44.1 %

Para el periodo de floración el rango varió de 69 a 88 días; siendo el mutante MQAM250-245 la de maduración más temprana y la accesión PEQPC- 1592 el de mayor tiempo de floración, los testigos Blanca de Hualhuas y Amarilla de Maranganí presentaron valores de floración iguales a 71 y 77 días; respectivamente y el valor promedio del experimento fue igual a 74.9 días.

Experimento 2

Se evaluaron 22 líneas mutantes, una accesión del Banco de germoplasma y dos testigos comerciales.

El rango de rendimiento vario de 2269.0 a 4320.7 kg/ha, correspondiendo el valor más bajo a la variedad Amarilla de Maranganí y el más alto a la accesión POQ-AM116; valores significativamente diferentes. Es importante señalar que seis líneas mutantes tuvieron rendimientos de 4054 a 4275.7 kg/ha y que estos valores no difieren estadísticamente con el valor del genotipo con el más alto rendimiento. El rendimiento de Blanca de Hualhuas la otra variedad testigo fue igual a 2861.7 kg/ha. La media de rendimiento del experimento fue igual a 3560.16 kg/ha.

Los valores medios de altura de planta variaron de 139.7 a 164.7 cm, corresponden los valores a las líneas mutantes M3AM150-1005 y M4AM250-69; respectivamente. Los testigos comerciales, Blanca de Hualhuas y Amarilla de Maranganí alcanzaron una altura de planta igual a 152.3 y 146 cm; respectivamente. El valor medio a nivel del experimento fue igual a 148.3 cm.

La enfermedad originada por el mildiú (*Perenospora variabilis*) tuvo un rango de severidad de 26.67 a 73.33%; con el valor más bajo figura la línea mutante M3AM250-711 y con el valor más alto para Amarilla de Maranganí, existiendo diferencias significativas entre estos valores con la Prueba de Tukey ($\alpha= 0.05$). El testigo comercial Blanca de Hualhuas tuvo una severidad de 56.67. El valor medio del Experimento fue igual a 44.7 %.

El periodo de madurez varió de 168.3 a 175 días; siendo la línea mutante M3AM150 - 1005 y la variedad comercial Blanca de Hualhuas la de maduración más temprana y la de mayor tiempo de madurez, respectivamente. La variedad Amarilla de Maranganí maduró a los 171.7 días. El promedio de maduración fue igual a 171.9 días.

**KIWICHA: (*Amaranthus caudatus*)**

Población M5 – Acesión Huacho (*A. cruentus*)

Se evaluaron 111 líneas mutantes seleccionadas en la población M4 en condiciones de La Molina en la campaña 2019. El material fue irradiado con 400 Gray de rayos gamma. El material parental tiene plantas de tallos púrpura con estrías verdes, hojas verde-púrpura, panoja púrpura de tipo y densidad intermedios y granos negros, con una altura de 200 cm aproximadamente y tardía.

Las variaciones morfológicas en la población estudiada son en el tallo (color, presencia de estrías y color de estría), en la hoja (forma de hoja, borde de hoja, color de hoja, pigmentación-manchas y color de peciolo), en la inflorescencia (densidad, color y posición). Para caracteres agronómicos como altura de planta se encontró una variación de 80 a 250 cm y un rendimiento de granos por planta de 5.6 a 106 g.

Se evaluaron 115 líneas mutantes

KANIHUA: (*Chenopodium pallidicaule*)

Se establecieron dos poblaciones M2 irradiadas con las dosis de 300 y 400 Gray y una población testigo o sin irradiar en condiciones de La Molina 2019. No se observaron modificaciones morfológicas y fisiológicas en ninguna de las dos poblaciones irradiadas por lo que se concluye que estas dosis no causaron mutaciones. Se iniciará otro ciclo de irradiación con otras dosis y otro genotipo.

Objetivo 2

Mejorar las capacidades en cuanto a formación de recursos humanos y equipamiento en el tema.

Las actividades realizadas en el proyecto de la referencia han permitido mejorar las capacidades del personal profesional, estudiantil y técnico de la Universidad Nacional Agraria, mediante la participación en cursos regionales:

- Regional Training Course on Gene Expression Analysis Using Rna_Seq Technology for Genetic Improvement of Mutant Crops. Colombia, 17 -22 de Junio 2019. Participó: Rodolfo Huerta Guillen
- Curso regional de capacitación sobre la participación de los agricultores en la selección de variedades vegetales de cultivos importantes mejoradas por inducción de mutaciones. Costa Rica, 15 -19 de Julio 2019. Participó: Diego Zamudio Ayala

Además la coordinadora del proyecto participó en el Primer Simposio Latinoamericano: Mejora por Mutaciones en Plantas realizado en Cuba del 3 al 6 de Junio del 2019, como parte de las actividades del Proyecto RLA/5/068 “Aumento del rendimiento y del potencial comercial de los cultivos de importancia económica” (ARCAL CL), bajo los auspicios del Organismo Internacional de Energía Atómica.



RLA5071 Disminución de la tasa de parasitosis en las ovejas (ARCAL CXLIV)

- La participación de los investigadores Dr. Jorge Rodríguez Baylon y MSc. Marcela Mora Chiò en el curso regional: Genetics of parasite resistance in sheep and goats: Bioinformatics analysis of genomic data to assess population structure, genotype-phenotype association and genomic prediction (Austria 1 a 12 Julio, 2019) permitió afianzar los conocimientos en el manejo de técnicas de extracción de ADN en diferentes matrices (tejido, semen y folículo capilar) y el uso de programas bioinformáticos para el análisis genómico por asociación y su relación en la resistencia parasitaria en ovinos. Los conocimientos adquiridos fueron utilizados en el manejo de 52 muestras de ovinos para la extracción, cuantificación de ADN y genotipificación por discriminación alélica Endpoint Genotyping.
- La toma de muestras y registro de parámetros fisiológicos de 207 ovinos, permitió determinar el nivel de asociación del parasitismo de nematodos gastrointestinales (p.e. Hemoncosis) de la unidad de producción SAIS Túpac Amaru Ltda. N° 1 ubicada en Pachacayo, distrito de Canchayllo, provincia de Jauja, Región Junín, Perú. Del estudio se realizó una tesis de pre grado en la Universidad Peruana Nacional del Centro (UNCP) y un artículo científico enviado a la Revista de Investigación Veterinaria de Perú (RIVEP). – La extracción y cuantificación de ADN de 52 muestras de ovinos se llevó a cabo en la Universidad Peruana Cayetano Heredia (Facultad de Veterinaria y Zootecnia – Laboratorio de Biología Molecular), permitió la genotipificación de 40 muestras de animales con alta y baja carga parasitaria por discriminación alélica Endpoint Genotyping utilizando 119 SNPs realizados en los Laboratorios de Producción y Salud Animal, Seibersdorf, IAEA. Investigadores de la Universidad Peruana Cayetano Heredia se vieron beneficiados con la capacitación del uso de esta técnica.
- La información correspondiente al nacimiento de los animales del lote stud de la SAIS Túpac Amaru, así como de sus progenitores, servirá para correlacionarlos con los resultados obtenidos de los análisis genéticos y para futuros programas de mejoramiento genético en el país considerando el uso de reproductores ovinos con esta característica genética.
- El uso de los estudios genéticos aplicados permite avanzar en el control de estas parasitosis sin el uso masivo de antiparasitarios y así minimizar el riesgo de incrementar el problema de resistencia a estos productos químicos en las comunidades ganaderas del país.
- El conocimiento aprendido permitirá replicarse en otras zonas ovejeras del país, considerando otras razas importantes (Corriedale, Merino, etc.) y trabajar también con ovinos criollos que constituyen la mayor población de ovinos del país, para determinar la persistencia de estos genes de resistencia a los parásitos gastrointestinales en todas las razas existentes.



- En el laboratorio de reproducción de la Universidad Peruana Cayetano Heredia se han estandarizado técnicas con base a lo aprendido en el curso regional Assisted reproductive techniques to enhance small ruminant productivity (Argentina), para evaluar el semen microscópica y macroscópicamente y en la estación de Lurín. En el año 2018 se han comprado nuevos reproductores (previa evaluación andrológica) y se ha seleccionado otros para ser entrenados y recolectar semen. Se continúa haciendo pruebas y estandarizando protocolos para diluir y criopreservar las muestras de semen en diferentes especies, siendo el objetivo final lograr la IA con semen de animales con alto valor genético (producción y resistencia). Se ha transmitido información / conocimientos, que inicialmente se llevó a través del curso de Fisiología de la Reproducción, buscando que los alumnos conozcan técnicas reproductivas que pueden ser empleadas por el pequeño y grande productor de ovinos, como sincronización de celos, evaluación de semen e inseminación artificial (IA), que les permitirá facilitar el mejoramiento genético en animales, muchos de los alumnos que han llevado el curso forman parte del Grupo de Voluntariado de Animales de Producción, quienes desarrollan actividades de extensión en zonas rurales.
- Se compartieron los conocimientos de la base teórica y práctica sobre alimentación de ovinos y el manejo de los insumos alimenticios a los docentes y estudiantes de la Facultad de Zootecnia de la UNCP, en una Jornada de Investigación que se realizó en enero de 2019 en el Instituto Especializado de Investigación. Se propusieron mejoras de estrategias de alimentación a los responsables de la SAIS Túpac Amaru Ltda. Nro. 1 para incrementar la productividad de los ovinos Junín.
- Se ha proporcionado a la SAIS Túpac Amaru el listado de animales “Resistentes” para que puedan tenerlos en cuenta como potenciales animales con resistencia genética natural al parasitismo gastrointestinal que corresponde a los 40 animales analizados molecularmente y se está a la espera del procesamiento de los resultados de los análisis genéticos para compartir la información con la Universidad Nacional del Centro del Perú y la SAIS Túpac Amaru y se ponga en ejecución el plan de acción para aplicarlos en los animales del lote STUD (calidad genética superior) que la empresa reserva para mantener la línea racial de ganado Junín.
- En el proyecto participaron 10 investigadores de diferentes instituciones del país que se vieron beneficiados con los cursos regionales, tesis, publicaciones científicas y conocimientos adquiridos, los cuales a vez realizaron la difusión en sus propias instituciones con estudiantes e investigadores.

RLA5076 Fortalecimiento de los sistemas y programas de vigilancia de las instalaciones hidráulicas mediante técnicas nucleares para evaluar los efectos de la sedimentación como un riesgo ambiental y social (ARCAL CLV)

Impacto de las Actividades del Proyecto en el País:

A. Compilación y sistematización de las batimetrías anuales



A la fecha, se ha construido las estructuras para el monitoreo de las precipitaciones, caudales, transporte de sedimentos y humedad del suelo; y se ha logrado programar los sensores para que inicien el registro de los diferentes parámetros. En resumen, se cuenta con una red de monitoreo del transporte de sedimentos y sedimentación en el Embalse Poechos. Además de una base de datos batimétrico sistematizada (Figura 1).

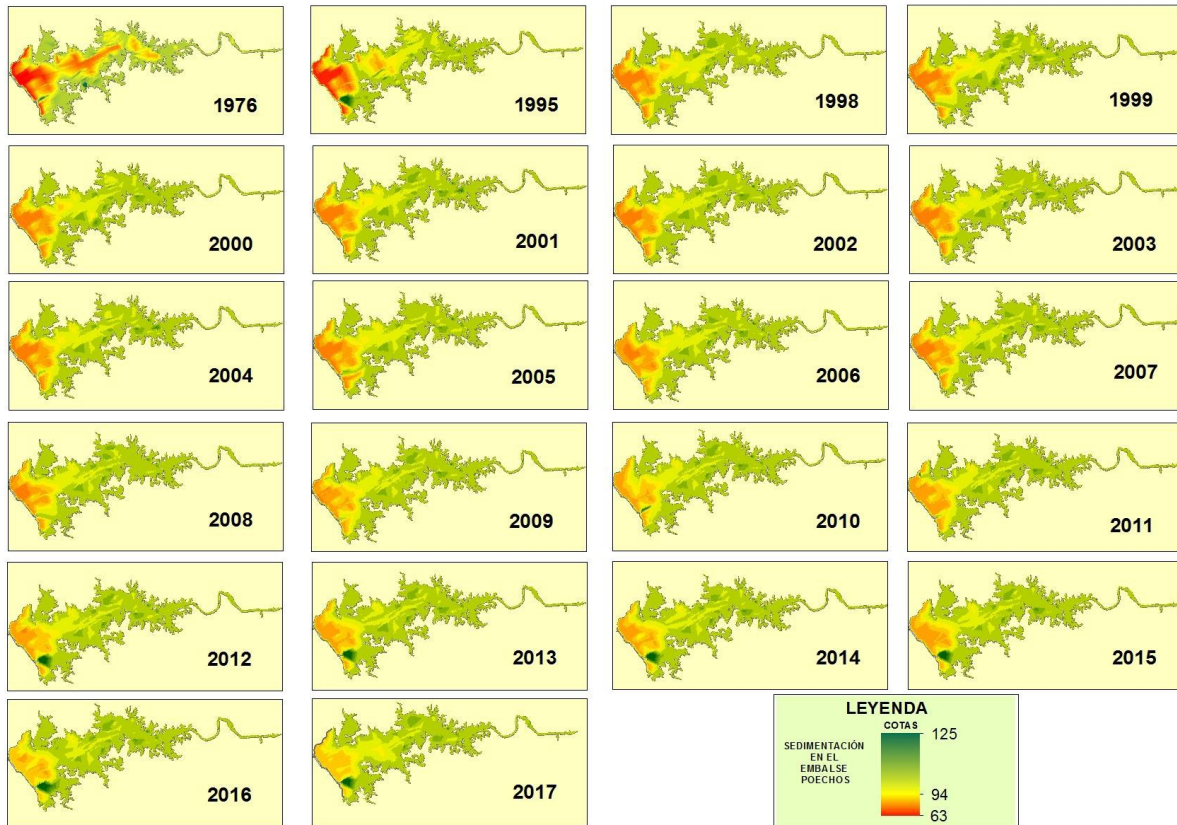


Figura 1. Batimetrías históricas desde la puesta en operación 1976 hasta el año 2017

B. Caracterización climatológica y se implementó un modelo hidrológico en el SWAT

Se caracterizó la distribución espacial de precipitaciones desde 1981 hasta 2016, así como su variabilidad interanual de los últimos 36 años (Figura 2). Se contará con el primer modelo hidro-sedimentológico para la cuenca del río binacional Catamayo-Chira.

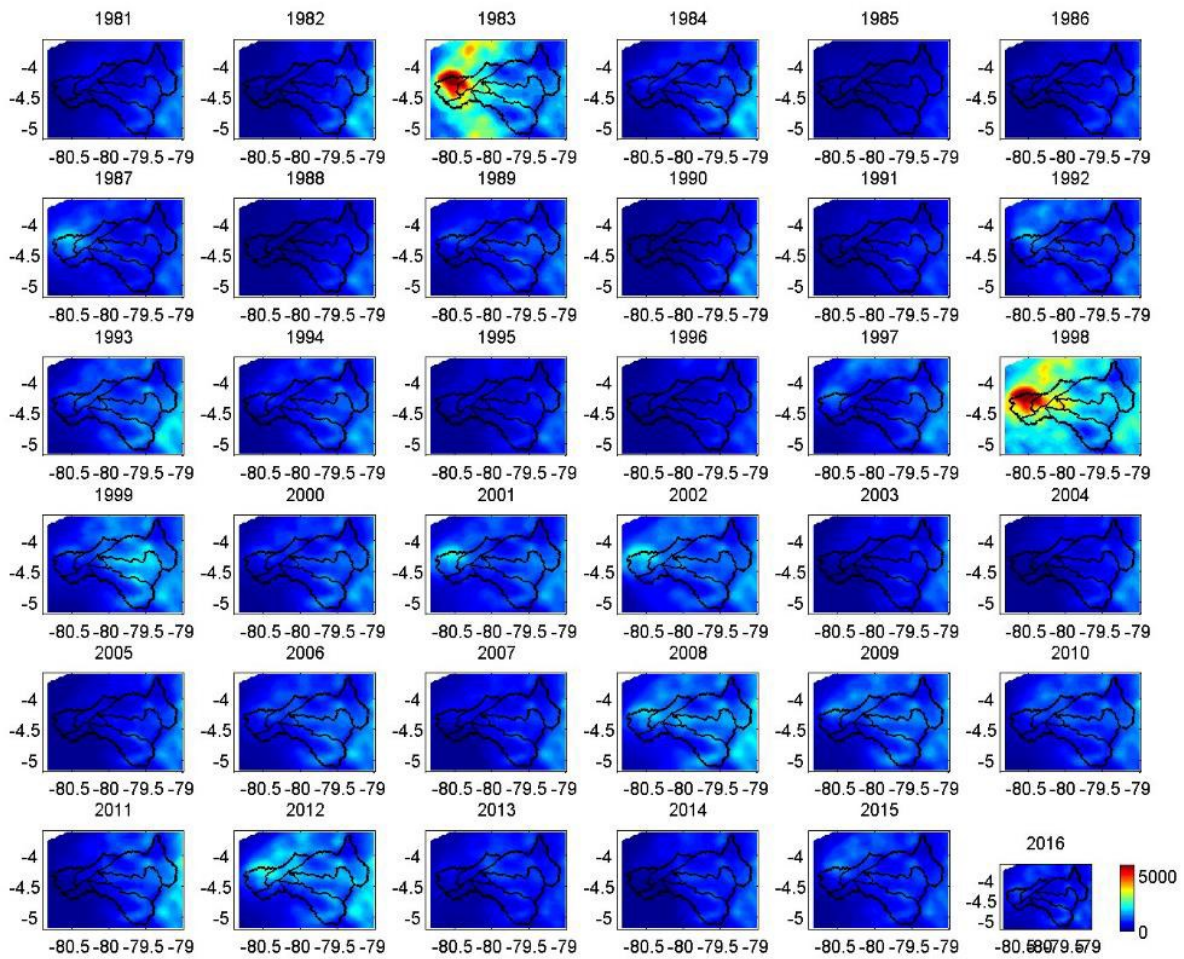


Figura 2. Precipitación acumulada anual en la cuenca del río binacional Catamayo-Chira.

C. Extracción de testigos de sedimentos del reservorio de Pochos

Se logró extraer 20 metros de núcleos de sedimentos del reservorio de Pochos (Figura 3). La lectura de los FRN y/o elementos de los testigos extraídos ayudará a reconstruir principales fuentes de sedimentos en los últimos 42 años.

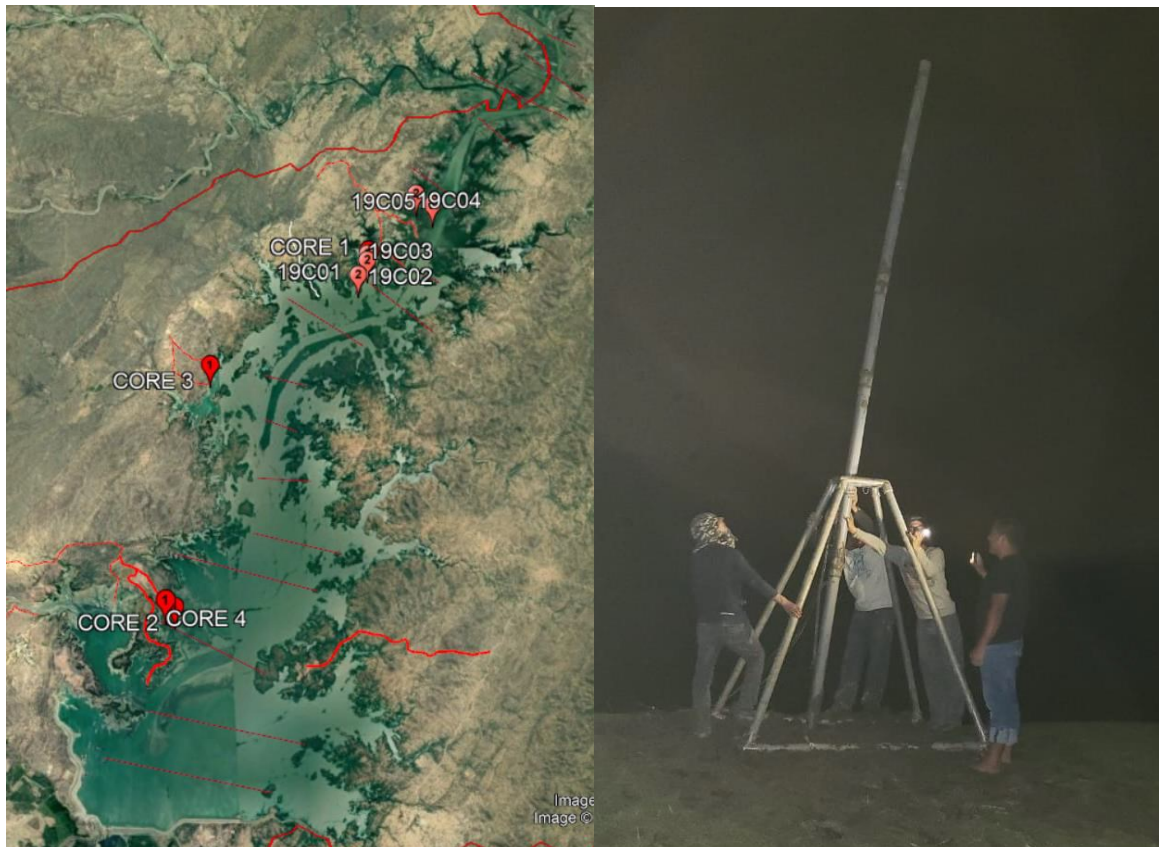


Figura 3. Derecha- se ubicó zonas potenciales para la extracción de núcleos de sedimentos. Izquierda- posicionamiento del tubo para la extracción del núcleo de sedimentos.

D. Participación de dos especialistas en el 2do curso internacional para integrar los FRN, CSSI e isótopos estables, Valdivia, Chile

Se fortalecieron las habilidades de dos profesionales peruanos para analizar los FRNs, CSSI e hidrología isotópica.

RLA5077 Mejora de los medios de subsistencia mediante una mayor eficiencia en el uso del agua vinculada a estrategias de adaptación y mitigación del cambio climático en la agricultura (ARCAL CLVII)

Los aportes del proyecto están directamente relacionados con el fortalecimiento de 02 líneas de investigación que tiene el Departamento de Recursos Hídricos de la UNALM. El primero en Ingeniería de Riego y el segundo en Hidrología Isotópica. Ello permite que nuestros alumnos tengan la posibilidad de realizar tesis de investigación a nivel de pregrado y posgrado.

Por otro lado, se han realizado capacitaciones sobre el uso del programa AQUACROP, cuya utilidad se orienta a la mejorar de la productividad del agua en condiciones de secano y regadío.



RLA5078 Mejora de las prácticas de fertilización en los cultivos mediante el empleo de genotipos eficientes, macronutrientes y bacterias promotoras del crecimiento de las plantas (ARCAL CLVII)

Durante el 2019 se instalaron dos experimentos de campo para la aplicación del isótopo N15: El primer experimento, correspondiente a la evaluación de la eficiencia de uso del nitrógeno en dos genotipos avanzados de quinua fue instalado en el campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina. El objetivo del trabajo es determinar el efecto del fraccionamiento de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de quinua y la eficiencia de uso del N fertilizante.

El segundo ensayo, correspondiente a la evaluación de la capacidad fijadora de N atmosférico de dos cepas de bacterias asociadas al cultivo de tarwi (lupino), fue instalado en el distrito de Marcará (Carhuáz, Áncash). Este sitio fue preferido sobre el anteriormente planeado en el Valle del Mantaro, por contar con mayores facilidades para la ejecución y evaluación. El objetivo de este trabajo es identificar cepas de bacterias promisorias para asociarse con el cultivo de tarwi.

Se espera que ambos trabajos contribuyan al conocimiento en la dinámica del nitrógeno en dos cultivos andinos con alto contenido de proteína, con énfasis en la optimización del uso de fertilizante nitrogenado, reduciendo el impacto ambiental de la fertilización y contribuyendo a la provisión de proteínas para los pobladores andinos. Ambos granos son alimenticios, y el tarwi, al ser incluido como cultivo de rotación o empleado abono verde también contribuye a la provisión de nitrógeno de otros cultivos en rotación.

Resultados:

El experimento de evaluación de la eficiencia de la fertilización nitrogenada en quinua fue instalado en el campus de la UNALM (distrito de La Molina, provincia y región Lima, a 242 m.s.n.m.). El cultivo fue sembrado el 16 de septiembre del 2019. Dos genotipos de quinua (MQ-LM89-115 y MQ-LM89-117) fueron ensayados. Ambos genotipos fueron obtenidos por mutación inducida por radiación gamma y corresponden a la octava generación (M8). Los mutantes fueron provistos por el Programa de Investigación en Cereales y Granos Nativos de la UNALM, y fueron elegidos por su alta eficiencia de uso de nitrógeno en investigaciones previas.

Se estudiaron los siguientes esquemas de fertilización:

- N1: Control sin N
- N2: 180 kg/ha en dos fracciones (a la siembra y 45 dds)
- N3: 180 kg/ha en tres fracciones (a la siembra, a 30 y 60 dds)

La parcela experimental consistió de secciones de 5 m de cinco surcos (20 m²). Urea marcada con ¹⁵N (2 atm % ¹⁵N) fue empleada. En cada momento de fertilización, la urea ¹⁵N fue aplicada en microparcels consistentes en secciones de 1 m de los tres surcos centrales de cada parcela (2.4 m²), el resto de la parcela fue fertilizada con urea comercial. Una



microparcela diferente fue usada en cada momento de fertilización, para evaluar la eficiencia de uso de nitrógeno en cada dosis.

La cosecha del experimento iniciará a mediados de febrero del 2020. Luego de la evaluación de rendimiento, muestras de granos de las microparcels serán enviadas a la Universidad de Florida (EEUU) para la determinación del contenido de ^{15}N . se espera culminar con los cálculos y presentar resultados en mayo del presente año.

El experimento de evaluación de la capacidad fijadora de nitrógeno de dos cepas de *Bradyrhizobium* sp., inoculadas al tarwi fue instalado en la parcela de un agricultor en la localidad de Tuyu alto (distrito de Marcará, provincia de Carhuaz, región Ancash, a 2760 m.s.n.m.). Tres ecotipos de tarwi (Andenes, Altagracia, y Patón Grande) fueron ensayados. Los ecotipos fueron provistos por el Programa de Investigación en Leguminosas de Grano y Oleaginosas de la UNALM, y fueron elegidos por su alto contenido de proteína en investigaciones previas.

Dos inoculantes bacterianos fueron estudiados:

- C1: *Bradyrhizobium* spp., strain LMHZ L3 y,
- C2: *Bradyrhizobium* spp., strain LMHZ L8

Los inoculantes fueron provistos por el Laboratorio de ecología microbiana y biotecnología Marino Tabusso, en la UNALM. Los inoculantes fueron provistos como medio líquido conteniendo más de 1×10^8 CFU/ml.

Los inoculantes fueron mezclados con 200 g de tierra seca y tamizada, y la mezcla fue aplicada a 1 kg de semilla y mezclada uniformemente hasta que toda la superficie quedó impregnada. Las semillas se sembraron el 06 de noviembre del 2019. Después de la emergencia se dejaron dos plantas por golpe. La parcela experimental consistió de secciones de 5 m de tres surcos (12 m^2).

Para la evaluación de la capacidad fijadora de N, se aplicó urea marcada con ^{15}N (5.17 atm % ^{15}N). la urea fue aplicada a la siembra y a los 30, 60 y 90 dds, para asegurar una distribución uniforme del ^{15}N durante el crecimiento del cultivo. El N fue aplicado a una dosis de 5 kg/ha cada vez, totalizando 20 kg/ha en la misma microparcela. La urea ^{15}N fue aplicada en microparcels consistentes de secciones de 2 m del surco central de cada parcela (1.6 m^2)

Plantas de maíz (*Zea mays* L.), cebada (*Hordeum vulgare* L.) y trigo (*Triticum aestivum* L.), fueron sembradas en parcelas adicionales como testigos. Microparcels del mismo tamaño fueron instaladas en las parcelas de estos cultivos.

La cosecha del experimento iniciará a mediados de mayo del 2020. Luego de la evaluación de rendimiento, muestras de granos de las microparcels serán enviadas a la Universidad de Florida (EEUU) para la determinación del contenido de ^{15}N . se espera culminar con los cálculos y presentar resultados en julio del presente año.

**RLA6077 Adopción de medidas estratégicas para fortalecer la capacidad de diagnóstico y tratamiento de cáncer con un enfoque integral (ARCAL CXLVIII)**

Durante el año 2019, el Perú fue sede de 3 cursos regionales:

- Curso Regional de Transición Braquiterapia 2D-3D

El curso contó con la participación de 36 radioncólogos y físicos médicos de 15 países de la región, incluidos Argentina, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, El Salvador, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela, quienes tuvieron sesiones teóricas y talleres con casos prácticos.

Además, el evento fue transmitido vía streaming lo que permitió que muchos más profesionales pudieran capacitarse siguiendo la transmisión en vivo. El material se ha puesto también a disposición del OIEA para que a través de su plataforma de aprendizaje en línea más personas puedan beneficiarse del contenido.

- Curso regional de capacitación sobre técnicas de diagnóstico y nuevas terapias en medicina nuclear para enfermedades no transmisibles

Este curso regional, realizado en paralelo al Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociedades de Biología y Medicina Nuclear (ALASBIMN) contó con la participación de 25 médicos nucleares de Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, México, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela.

Como se sabe estas técnicas de diagnóstico combinan dos tipos de imágenes: las radiológicas, como la tomografía computarizada (CT), que definen con gran detalle las características anatómicas de una lesión incluyendo el lugar, el tamaño y la morfología; y las imágenes de medicina nuclear, que comprenden la tomografía por emisión de positrones (PET) y la tomografía por emisión de fotón único (SPECT), que proporcionan información a nivel molecular y funcional. El resultado es una imagen híbrida que ofrece información única y precisa al médico para el diagnóstico, tratamiento y seguimiento de muchas enfermedades como el cáncer y las enfermedades cardiovasculares.

Ésta es una tecnología que está introduciéndose en la región latinoamericana y que no está actualmente disponible en todos los países. La formación del personal médico es entonces primordial para contar con exámenes de calidad para nuestros pacientes.

- Curso de formación regional en nuevas aplicaciones clínicas de tecnología de medicina nuclear

Este curso se enfocó en las nuevas aplicaciones clínicas de las técnicas de medicina nuclear, con énfasis en los protocolos de adquisición y procesamiento de imágenes y en la preparación del paciente. Participaron 36 tecnólogos en medicina nuclear de Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana El Salvador, Honduras, México, Nicaragua, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela.



Se puede citar que un factor común de los cursos realizados fue la motivación que se ha logrado entre los participantes, así como la disposición para dar seguimiento al proceso de mejora continua en relación a su práctica académica y desempeño laboral.

Otro planteamiento común de varios grupos ha sido la necesidad de organizar actividades complementarias de capacitación para el personal de enfermería y técnico con el objetivo de dar seguimiento y potenciar sus capacidades operacionales para la atención de pacientes organizada en equipos multidisciplinarios, siendo de gran utilidad para analizar y desarrollar las mejores estrategias de cumplimiento de los objetivos del proyecto.

RLA6079 Utilización de técnicas de isótopos estables en la vigilancia y las intervenciones a fin de mejorar la nutrición de los niños pequeños (ARCAL CLVI)

El objetivo del proyecto es prevenir la malnutrición infantil y el riesgo de desarrollar posteriormente enfermedades no transmisibles.

El resultado esperado al final del proyecto es disponer de información sobre crecimiento y composición corporal en infantes entre 6 y 24 meses, a fin de dar un seguimiento e identificación de la malnutrición en infantes mediante el desarrollo de referencias de composición corporal utilizando técnicas de isótopos estables.

A diciembre 2019 se han logrado los siguientes objetivos:

1 Protocolo de proyecto armonizado: Diseño del estudio y protocolo isotópico y cuestionario desarrollado y finalizado.

2 Capacidades establecidas en composición corporal usando técnicas de isótopos estables: *Dos profesionales del Perú se han entrenado en evaluación de composición corporal en niños: dosis, técnicas de muestreo, estandarización antropométrica y análisis de muestras. Se ha gestionado la donación de un equipo FTIR para el Perú.*

3 Base de datos regional establecida en composición corporal en niños:

Con el apoyo del IEX de Argentina se comenzó con la recolección de datos. El Perú recibió la donación de deuterio a finales del 2019. Se está a la espera del equipamiento que permita la ejecución del proyecto.

RLA6080 Armonización de los criterios sobre las buenas prácticas de fabricación y el control de calidad de los radioisótopos y radiofármacos (ARCAL CLII)

Se han capacitado a 3 profesionales en temas de validación de métodos analíticos, 1 en radiofármacos SPECT y 2 en radiofármacos PET.

Se dispone de protocolos y ejemplos de validación de métodos analíticos.



Los cursos realizados han permitido fortalecer al personal de los dos centros productores de radiofármacos en el Perú en temas de validación de métodos analíticos, tanto para radiofármacos de SPECT como para radiofármacos para PET. Estos conocimientos han coadyuvado en el IPEN a la validación de los métodos analíticos de pureza radioquímica para los radiofármacos pertecnato de sodio Tc 99m y yoduro de sodio I 131, lo cual es imprescindible para el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura.

Se ha sentado las bases de una futura adecuación de los procesos de regulación basada en una mayor comprensión de los métodos de producción y control de calidad de los radiofármacos, así como de los riesgos asociados a los mismos.

RLA7023 Evaluación de los componentes de los aerosoles atmosféricos en zonas urbanas para mejorar la contaminación del aire y la gestión del cambio climático (ARCAL CLIV)

A un año de proyecto, los impactos identificados son:

1. La sostenibilidad del proyecto por el trabajo interinstitucional, con la participación del SENAMHI e IPEN en el objetivo común de reducir el impacto de las actividades humanas en el deterioro de la calidad del aire, la salud de la población y el cambio climático. Este trabajo interinstitucional se plasmó en la firma de un Convenio Específico de colaboración.
2. Seguridad de que los resultados que se producen por los laboratorios que hacen los análisis de la muestras, son de calidad. Gracias al ensayo de aptitud organizado por el OIEA se ha podido validar la metodología de análisis para los filtros.
3. Cumplir adecuadamente hasta la fecha con el muestreo (59 muestras de filtros de cuarzo PM10 y 63 muestras de filtros de teflón PM2.5), además de su análisis de muestras del proyecto. La capacitación recibida por los dos participantes del proyecto ha sido de utilidad para la ejecución del muestreo y el análisis de las muestras.

Resultados

Actividades	Resultados	Indicador	2018				2019				2020		Responsable	
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2		
1. Asistir a la primera reunión de coordinadores de proyecto en Buenos Aires *	Proyecto país presentado, actividades del proyecto planificadas, presupuesto del proyecto establecido, actividades de capacitación preparadas, informe de la reunión preparada	40 horas dedicadas a la reunión	X											P. Bedregal
2. Participar en ensayo de aptitud de filtros de aire organizado por el OIEA	Resultados enviados evaluados satisfactoriamente	Número de elementos reportados	X											TEAN-IPEN



ARCAL

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

3. Firmar convenios marco y específico IPEN-SENAMHI	Convenio específico de colaboración IPEN-SENAMHI aprobado y firmado	Avance de elaboración del convenio			X									IPEN-SENAMHI
4. Recepcionar equipos y materiales donados por la OIEA	Paquete de 100 placas de poliestireno, 04 cajas de 50 filtros de teflón, 60 cajas de 25 filtros de cuarzo cada una, por un monto de	Número de equipos y materiales recibidos		X										P. Bedregal
	Equipo muestreador de air HV PM 2.5 y kit de calibración = 50362.42 USD				X									
5. Elaborar procedimiento de muestreo	Procedimiento de muestreo revisado y aprobado para su aplicación	Porcentaje de avance		X										P. Bedregal, Jhojan Rojas
6. Muestrear	59 muestras de filtros de cuarzo PM10 obtenidas	Porcentaje de avance			X	X	X	X	X					TEAN-IPEN
	59 muestras de filtros de cuarzo PM10 enviadas a Costa Rica				X	X	X	X	X					TEAN-IPEN
	63 muestras de filtros de teflón PM2.5 obtenidas para análisis				X	X	X	X	X					TEAN-IPEN
7. Analizar las muestras de filtros	63 muestras de filtros de teflón PM2.5 analizadas por FRX; 50 muestras de filtros de teflón analizadas por análisis por activación neutrónica y 20 muestras de filtros de cuarzo analizados por método de Niosh, ICP-MS, cromatografía iónica y cromatografía de gases	Porcentaje de avance			X	X	X	X	X	X				TEAN-IPEN
8. Capacitar al personal involucrado en el proyecto	Conocimiento en Aseguramiento de la calidad en muestreos de material particulado adquirido por el participante del SENAMHI e implementado en el proyecto	Participantes con entrenamiento en muestreo, acondicionamiento, peso y tratamiento de muestras			X									P. Bedregal, Jhojan Rojas
	Conocimiento en adquirido en validación de métodos y aseguramiento de la calidad en el análisis de material particulado utilizando técnicas analíticas nucleares, por el participante del IPEN e implementado en el proyecto	Participantes con entrenamiento en aseguramiento de la calidad y validación de métodos en el análisis de filtros usando TANs			X									P. Bedregal, Marco Ubillus
	Conocimiento en Técnicas avanzadas de distribución de fuentes de contaminación por los participantes del IPEN y SENAMHI y serán implementados en el proyecto	Participantes en el curso sobre técnicas avanzadas de distribución de fuentes							X					P. Bedregal, Renato Urdanivia



A. DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO Y DEL ACUERDO.

A continuación se mencionan los problemas y dificultades presentados durante el desarrollo de los proyectos en los que ha participado el Perú:

RLA0062 Promoción de la sostenibilidad y la creación de redes entre las instituciones nacionales de energía nuclear (ARCAL CLXIII)

La gestión del proyecto se encuentra retrasada.

El evento Regional sobre el uso de las Guías de Autoevaluación por parte de Instituciones Nacionales de Energía Nuclear, aún no ha sido reprogramado.

RLA1013 Creación de conocimientos especializados en el uso de la tecnología de la radiación para mejorar el rendimiento industrial, desarrollar nuevos materiales y productos y reducir las repercusiones ambientales de la industria (ARCAL CXLVI)

El Perú no participó en la reunión final del RLA1013 realizada en Viena, del 2 al 4 de diciembre 2019.

RLA1014 Fomento de las tecnologías de ensayos no destructivos para la inspección de estructuras civiles e industriales (ARCAL CLIX)

- a) Perú aún no cuenta con una entidad certificadora del personal que trabaja en END. Por lo que es necesario fomentar en Perú el establecimiento de una entidad certificadora nacional en END acreditada por INACAL de acuerdo a las Normas ISO 9712 e ISO 17024.
- b) Escasos de recursos humanos calificados y certificados en END, para la evaluación de estructuras civiles en la respuesta a las emergencias; por lo que se requiere la capacitación del personal de SENCICO para dar sostenibilidad a la operación continua del Centro de Referencia Subregional (SENCICO) para inspecciones en estructuras civiles en el país con el objeto de prevenir o atender una eventual emergencia.

RLA1015 Armonización de los sistemas de gestión integrada y los procedimientos de buenas prácticas de irradiación en las instalaciones de irradiación (ARCAL CLX)

Una limitante es que IPEN actualmente no cuenta con una planta de irradiación. Se cuenta con profesionales y técnicos capacitados en el área de irradiación, quienes vuelcan de alguna manera esos conocimientos en trabajos que realizan en un irradiador autoblandado. Sin embargo, hay una gran posibilidad de que en un corto plazo el IPEN disponga de dos irradiadores gamma industriales, a través de un proyecto de inversión pública.



RLA1016 Certificación de los métodos de medición de flujo y las técnicas de calibración de los medidores de flujo utilizados en las industrias del petróleo y el gas por los radiotrazadores (ARCAL CLXI)

Dificultades y problemas presentados:

- a) En el área de estandarización, aun no se define un Sistema de Gestión de Calidad para asegurar la certificación de todo proceso, para demostrar solvencia en ofrecer un servicio a la medida de las necesidades de los clientes. Se debe reforzar la ejecución de cursos de entrenamiento, visitas de expertos talleres y conferencias al respecto, para mitigar dicha falencia.
- b) Aun no se define lo relacionado a implementación de algún laboratorio para simular los regímenes de flujo de interés para entrenar a profesionales de la región en aspectos técnicos de esta técnica: Método de Tiempo de Tránsito, Método de Dilución y Cross Correlation.
- c) Se observaron cambios continuos en las fechas previstas en el Programa de Actividades inicialmente aprobado.
- d) No se dan hasta el momento, las condiciones para la posible incorporación de nuevos países durante la ejecución del proyecto, ni como participantes ni como aportantes de fondos.

Conclusiones

Luego de analizar la ejecución del Plan de Actividades hasta el momento, así como los documentos asociados al mismo, se llega a las siguientes conclusiones.

- a) En el segundo año de ejecución del proyecto, no se ha puesto mayor énfasis en el desarrollo de las capacidades regionales (en el caso de Perú y otros países participantes), de acuerdo a lo previsto en el Plan de Actividades.
- b) En cuanto a los aspectos de certificación, no se acreditaron más países como P-Members de ISO subcomité TC/30, de acuerdo a lo previsto, además de los acreditados como Brasil y Perú. Por ello, podemos afirmar que no se pudo mejorar y actualizar las normas ISO 2975/VII que puedan permitir ofrecer servicios de calibración de medidores de flujo que pueda estar a la medida de las necesidades de los clientes del sector hidrocarburífero en la Región. La propuesta del presente proyecto era desarrollar una técnica para contar con un sistema certificado por ISTR que incluyen, analistas, equipos de medidores de flujo, y técnicas certificadas para la medición de flujo usando radiotrazadores y métodos transitorios (ISO 2975/I, ISO 2975/III, ISO 2975/VI, ISO 2975/VII, ISO 4053/I, ISO 4053/IV), y luego ofrecer estos servicios especializados a las empresas e industrias, principalmente en plantas de petróleo, gas, y gestión del agua.



ARCAL

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

- c) Perú como P-Member de ISO subcomité TC/30, junto con Brasil, no fue consultado por los países participantes por lo que se desconoce que se hayan dado avances respecto a la modificación e implementación de la norma en la Región. Al respecto, cabe mencionar que ello se debe a que INACAL como entidad participante, responsable de los sistemas de normalización en el país y representante nacional de ISO en el Perú, prestó escasa colaboración, a pesar de los múltiples contactos oficiales y coordinaciones presenciales a sugerencia del OIEA, realizadas por el propio Coordinador Nacional, con autoridades de esa entidad. Esta situación obviamente, fue informada al OIEA.
- d) Sin embargo, a fin de no desacelerar los avances, el Coordinador de Perú remitió las normas técnicas nacionales al Coordinador Regional (Coordinador Nacional de Brasil, con conocimiento del OIEA). Dichas normas fueron acopiadas de la biblioteca de INACAL, por el propio Coordinador Nacional. Se espera que hayan sido de utilidad para el avance del trabajo realizado. Dichos avances se deben conocer en la próxima Reunión de Coordinación.
- e) No se realizaron varias de las convocatorias previstas en el Plan de Actividades.
- f) De acuerdo a lo previsto en la Primera Reunión de Coordinación del Proyecto, en la que se establecieron los suministros de equipo y accesorios complementarios para la Universidad Ricardo Palma como institución cooperante, no se realizaron los anuncios de suministro de acuerdo a lo esperado. Sin embargo, se han realizado algunas actividades previstas en el Plan de Actividades, utilizando los recursos disponibles. Se tiene conocimiento que, en otros países participantes, la realidad ha sido un poco diferente, talvez por tratarse de países con menor nivel de desarrollo en el campo específico de las aplicaciones nucleares.
- g) En Perú, se han realizado mediciones de flujo y experimentos de calibración. El saldo pendiente era al 100% hasta fines de 2018, pero que se habría podido mejorar con los eventos de capacitación realizados el 2019, a nivel de los diferentes países participantes. Este resultado se debe conocer a cabalidad en la próxima Reunión de Coordinadores del proyecto.
- h) En Perú se realizaron validaciones basadas en técnicas de radiotrazadores, tal como se aplican a las mediciones de flujo y calibración de los diferentes tipos de medidores, con un grado de avance de aproximadamente 60%, cifra considerada aceptable considerando que dichas evaluaciones solo se realizaron en las instalaciones de la Universidad Ricardo Palma.
- i) Se desconoce el avance en cuanto a publicación de algunas normas interregionales sobre mediciones de flujo de radiotrazadores y calibración de medidores de flujo. El saldo pendiente era al 100% hasta fines de 2018, pero que se habría podido mejorar con los eventos nacionales realizados el 2019, a nivel de algunos países participantes. Este resultado se debe conocer a cabalidad en la próxima Reunión de Coordinadores del proyecto.



Recomendaciones

Luego de analizar las conclusiones expuestas, se proponen las siguientes recomendaciones:

- a) Al haberse observado cambios continuos y atrasos en las fechas previstas en el Programa de Actividades inicialmente aprobado, es necesario garantizar el uso y la aplicación de la tecnología de radiotrazadores, mediante la certificación de estándares y sistemas de control de calidad. En este sentido, es recomendable ampliar por unos meses el periodo de ejecución del proyecto, al menos para consolidar las normas relacionadas al uso de radiotrazadores en la medición y calibración de flujos volumétricos.
- b) Se debe dar la prioridad necesaria a la ejecución de las actividades del Proyecto, bajo la consideración de que no habrá cambios en las actividades planificadas.
- c) Los coordinadores deberán reiterar a los representantes de ISO, a través del OIEA, los requerimientos para incorporar más países de la región como P-Members de ISO subcomité TC/30.
- d) A nivel de medición experimental se deberán adecuar al menos un laboratorio nacional en Perú, para desarrollar las técnicas de radiotrazadores en distintos regímenes del fluido de interés para el entrenamiento del personal involucrado de cada país miembro. Se recomienda que sea en la Universidad Ricardo Palma.
- e) Es necesario certificar mayor personal en medición de flujo por radiotrazadores en el país. Hasta el momento hay solo dos especialistas peruanos.
- f) Está pendiente la creación de un sistema armonizado avalado por ISTRÁ para la medición de flujo monofásico en conductos cerrados, usando radiotrazadores, en el país. Se espera realización de esta actividad, coordinadamente con las entidades nacionales participantes en el proyecto.
- g) Se debe complementar el presente proyecto regional con proyectos nacionales que contemplen las prioridades particulares de nuestro país.
- h) Se recomienda que los participantes se aseguren de que su equipo de trabajo forme la vinculación con los usuarios finales adecuados potenciales desde el comienzo del proyecto.

RLA5068 Aumento del rendimiento y del potencial comercial de los cultivos de importancia económica (ARCAL CL)

La limitada disponibilidad de fondos para investigación en el país reduce la capacidad de comprar nuevos equipos o renovar los existentes y la participación del personal científico en conferencias o seminarios en el exterior para promover más los trabajos en el área de mutaciones o su transferencia a los usuarios finales

**RLA5071 Disminución de la tasa de parasitosis en las ovejas (ARCAL CXLIV)**

- Existe la dificultad del fácil acceso y convenios entre las comunidades ganaderas y las instituciones educativas y de investigación. Un gran número de comunidades ganaderas no llevan registros fenotípicos de los animales y no se tienen los suficientes fondos y conocimientos como región para llevar estudios mayores de estructura poblacional y relación genotipo–fenotipo de ovinos en el país. Por ello no se considera la toma de muestras para la extracción de ADN como práctica habitual, el elevado costo de las técnicas moleculares impide la aplicación de este tipo de tecnología en las granjas ovinas.
- El país requiere unificar esfuerzos entre diferentes instituciones que comparten el interés de lograr un desarrollo sostenible de la producción ovina (SENASA, Ministerio de Agricultura, Universidades con Facultades de Medicina Veterinaria y Zootecnia, asociaciones de productores, empresas asociativas y productores líderes, a través de una red con dichas entidades y productores, para lograr la viabilidad de proyectos de investigación a mediano y largo plazo, con el financiamiento correspondiente.
- Las instituciones públicas y privadas tienen serias limitaciones para financiar proyectos de esta envergadura, pero mantienen el interés en ser partícipes de estos esfuerzos, y la ventaja es que el capital humano existente está adecuadamente calificado para llevar a cabo estas investigaciones. Una de las estrategias para iniciar este gran desafío sería fomentar la capacitación especializada a investigadores junior, tesis y pasantes en temas afines a la sostenibilidad de la producción ovina, en ensayos moleculares y genómica, análisis para formar cuadros que le den continuidad al proyecto. Asimismo, debe lograrse el equipamiento mínimo adecuado de los laboratorios de las Universidades participantes para garantizar la calidad y fiabilidad de la data a obtenerse y que pueda ser replicable en cualquier parte del mundo. Se requiere de pasantías para la capacitación de investigadores junior, tesis, pasantes en temas afines en ensayos moleculares y genómica para darle continuidad al proyecto y formular nuevas propuestas.
- Desvinculación al proyecto de algunos investigadores que asistieron a los cursos regionales, se recomienda que el país seleccione candidatos a los cursos que se involucren con el proyecto al terminar los cursos regionales, de tal manera que aporten al proyecto y se aplique lo impartido en el campo, en los laboratorios de las instituciones y en la ejecución del proyecto en general.
- Retraso en la entrega de equipos y materiales para muestreo. La Universidad Peruana Cayetano Heredia no recibió los reactivos para la extracción de ADN.
- De las 207 muestras tomados por la UNCP, fueron recepcionadas 52 muestras por la Universidad Peruana Cayetano Heredia para la extracción de ADN. La falta de espacio en las refrigeradoras para el almacenamiento de muestras en la UNCP llevó al descarte de la muestras.



RLA5076 Fortalecimiento de los sistemas y programas de vigilancia de las instalaciones hidráulicas mediante técnicas nucleares para evaluar los efectos de la sedimentación como un riesgo ambiental y social (ARCAL CLV)

Debido al tipo de fondo nacional obtenido, las trabas administrativas condicionaron el inicio de las actividades a fines de agosto del 2019, época en la que se habilitó el presupuesto.

RLA5077 Mejora de los medios de subsistencia mediante una mayor eficiencia en el uso del agua vinculada a estrategias de adaptación y mitigación del cambio climático en la agricultura (ARCAL CLVII)

La dificultad durante la marcha del proyecto radica en la demora de la llegada del equipo de destilación que proviene como donación por parte del OIEA, desde Viena. Ello ha determinado que aún no se tenga resultados para la culminación de la investigación planteada.

RLA5078 Mejora de las prácticas de fertilización en los cultivos mediante el empleo de genotipos eficientes, macronutrientes y bacterias promotoras del crecimiento de las plantas (ARCAL CLVII)

Los experimentos de invernadero planeados para inicios del año 2019, tuvieron que ser cancelados por la limitada disponibilidad de espacios en la Universidad Nacional Agraria La Molina. La disponibilidad de semilla y de inoculantes se completó durante la segunda mitad del 2019.

El trabajo de instalación, siembra, manejo de los cultivos y cosecha, fue provisto por el personal de campo de los programas de investigación en cereales y en leguminosas, participantes en el proyecto, así como a través de estudiantes de Agronomía, tesis y de apoyo.

Los análisis químicos serán provistos por el laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la UNALM.

RLA6077 Adopción de medidas estratégicas para fortalecer la capacidad de diagnóstico y tratamiento de cáncer con un enfoque integral (ARCAL CXLVIII)

Los recursos humanos capacitados a través del proyecto ARCAL RLA6077 en el Perú, no han realizado un plan para socializar lo aprendido en los cursos impartidos en el marco del proyecto. Para ello se propone elaborar un simposio con los temas tratados durante el desarrollo del proyecto, dirigido a los profesionales de la salud que son partes del manejo de multidisciplinario del cáncer.



Escasas postulaciones a los cursos regionales, y menor aún a las maestrías ofertadas por la FALP de Chile. Esto se basa en vínculos laborales con las Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud (IPRESS) muy débiles, lo que no asegura la continuidad del personal capacitado. Se propone mayor difusión a través de los colegios profesionales y mejorar las relaciones contractuales entre el personal a capacitarse y la IPRESS. Considerar otras modalidades de capacitación como semipresencial que permitan acortar tiempos que demanda estar fuera del servicio, permitiendo a la institución dar las facilidades al recurso humano.

Se evidencia necesidad de mejoras en la cartera de servicios vinculados al diagnóstico y tratamiento del cáncer de las Unidades/Servicios/Departamento de cáncer a nivel nacional, bajo una mirada de Redes Integradas de Salud (RIS). Por lo que se propone un Plan Nacional de Inversiones en el tratamiento integral del cáncer para mejorar la brecha de equipamiento e infraestructura, bajo la mirada de la Plan Multianual de Inversiones.

La Dirección de Prevención y Control de Cáncer está desarrollando la propuesta del “Plan de Atención Integral del Cáncer” para el fortalecimiento de la atención integral del cáncer y mejoramiento del acceso a los servicios oncológicos en el Perú, en el que se incluye la descentralización de los servicios de Radioterapia. Asimismo, se está iniciando la puesta en marcha del Instituto Regional de Enfermedades Neoplásicas de Centro (IREN Centro) en el departamento de Junín, contando con un acelerador lineal y un equipo de braquiterapia, que busca atender la macro región centro (Junín, Huánuco, Ayacucho, Pasco y Huancavelica)

RLA6079 Utilización de técnicas de isótopos estables en la vigilancia y las intervenciones a fin de mejorar la nutrición de los niños pequeños (ARCAL CLVI)

El Perú recibió con retraso la donación de deuterio a finales del 2019. Se está a la espera del equipamiento que permita la ejecución del proyecto.

El Perú no cuenta aún con un FTIR.

RLA6080 Armonización de los criterios sobre las buenas prácticas de fabricación y el control de calidad de los radioisótopos y radiofármacos (ARCAL CLII)

La falta de homogeneidad en el nivel de capacitación y formación del personal encargado de la producción, preparación, control, regulación e inspecciones, para el área de radiofarmacia, se traduce en la dificultad de implementación e interpretación de los requisitos regulatorios que deben aplicarse a los radiofármacos.

Se requiere que la documentación de los cursos sea entregada con anticipación a los participantes para que pueda ser revisada y analizada previamente. El tiempo destinado a los cursos fue insuficiente para la comprensión y consolidación de los conocimientos brindados. Los postulantes a los cursos tuvieron dificultades para la inscripción en la plataforma in-touch.

**RLA7023 Evaluación de los componentes de los aerosoles atmosféricos en zonas urbanas para mejorar la contaminación del aire y la gestión del cambio climático (ARCAL CLIV)**

1. Durante el desarrollo del proyecto, los materiales y equipos no se recibieron a tiempo, lo que postergó el inicio del muestreo hasta abril de 2019.
2. Lentitud en el proceso de retiro de aduanas de los materiales y equipos donados.

4. ANEXOS

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

Código y Título de Proyecto	Coordinador del Proyecto	Aporte valorado EUR
RLA0059 Fortalecimiento de la cooperación regional (ARCAL CLXII)	Susana Gonzales Villalobos	21000
RLA0062 Promoción de la sostenibilidad y la creación de redes entre las instituciones nacionales de energía nuclear (ARCAL CLXIII)	Susana Petrick Casagrande Susana Gonzáles Villalobos Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)	500
RLA1013 Creación de conocimientos especializados en el uso de la tecnología de la radiación para mejorar el rendimiento industrial, desarrollar nuevos materiales y productos y reducir las repercusiones ambientales de la industria (ARCAL CXLVI)	Julio Santiago Contreras Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM)	5600
RLA1014 Fomento de las tecnologías de ensayos no destructivos para la inspección de estructuras civiles e industriales (ARCAL CLIX)	Jorge Condori Ccari Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)	3000
RLA1015 Armonización de los sistemas de gestión integrada y los procedimientos de buenas prácticas de irradiación en las instalaciones de irradiación (ARCAL CLX)	Ludwig Guiop Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)	9000



ARCAL

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

RLA1016 Certificación de los métodos de medición de flujo y las técnicas de calibración de los medidores de flujo utilizados en las industrias del petróleo y el gas por los radiotrazadores (ARCAL CLXI)	Carlos Sebastián Calvo Universidad Ricardo Palma (URP)	7200
RLA5068 Aumento del rendimiento y del potencial comercial de los cultivos de importancia económica (ARCAL CL)	Luz Gómez Pando Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)	16000
RLA5071 Disminución de la tasa de parasitosis en las ovejas (ARCAL CXLIV)	Armando Hung Chaparro Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH)	20100
RLA5076 Fortalecimiento de los sistemas y programas de vigilancia de las instalaciones hidráulicas mediante técnicas nucleares para evaluar los efectos de la sedimentación como un riesgo ambiental y social (ARCAL CLV)	Sergio Morera Julca Instituto Geofísico del Perú (IGP)	26500
RLA5077 Mejora de los medios de subsistencia mediante una mayor eficiencia en el uso del agua vinculada a estrategias de adaptación y mitigación del cambio climático en la agricultura (ARCAL CLVII)	Eduardo Chávarri Velarde Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)	3500
RLA5078 Mejora de las prácticas de fertilización en los cultivos mediante el empleo de genotipos eficientes, macronutrientes y bacterias promotoras del crecimiento de las plantas (ARCAL CLVII)	Sady García Bendezú Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)	2500
RLA6077 Adopción de medidas estratégicas para fortalecer la capacidad de diagnóstico y tratamiento de cáncer con un enfoque integral (ARCAL CXLVIII)	Lourdes Ortega Vera Víctor Palacios Cabrejos Ministerio de Salud (MINSA)	15500
RLA6079 Utilización de técnicas	Edith Huamán Guadalupe	6000



ARCAL

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

de isótopos estables en la vigilancia y las intervenciones a fin de mejorar la nutrición de los niños pequeños (ARCAL CLVI)	Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP)	
RLA6080 Armonización de los criterios sobre las buenas prácticas de fabricación y el control de calidad de los radioisótopos y radiofármacos (ARCAL CLII)	Eleazar Aliaga Rojas Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)	1820
RLA7023 Evaluación de los componentes de los aerosoles atmosféricos en zonas urbanas para mejorar la contaminación del aire y la gestión del cambio climático (ARCAL CLIV)	Patricia Bedregal Salas Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)	18600
Total		156820



ARCAL

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

ANEXO 4.2 – TABLA INDICADORES FINANCIEROS PARA VALORAR EL APORTE DE LOS PAÍSES AL PROGRAMA ARCAL

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en Euros
1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	0
2. Grupo Directivo del OCTA, Grupos de Trabajo del OCTA y Puntos Focales	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	3000
3. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	15000
4. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	6000
5. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	4000
6. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	1320
7. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	1500
8. Gastos locales por Sede de Reuniones de Coordinación Técnica (OCTA)	EUR 50.000 por semana	0
9. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	8500
10. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	5100
11. Tiempo trabajado como Coordinador Nacional y su equipo de soporte	Máximo EUR 1.500 por mes	18000
12. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	0
13. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	30200
14. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	16300
15. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: <ul style="list-style-type: none">• Viáticos interno/externo• Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	11700
16. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	36200
TOTAL		156820

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