



ARCAL

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

INFORME ANUAL 2016

País: México



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

Dra. Lydia Paredes Gutiérrez
Coordinadora Nacional de ARCAL en México
Marzo 2017

CONTENIDO

1. RESUMEN EJECUTIVO

2. PARTICIPACIÓN DEL COORDINADOR NACIONAL EN LAS ACTIVIDADES DE
ARCAL

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

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



ARCAL

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

1. RESUMEN EJECUTIVO

En 2016, tanto la Coordinadora Nacional de ARCAL en México, como los Coordinadores de Proyectos participaron de forma activa en los procesos y actividades del programa 2016-2017 en su primer año de ejecución, en la continuación de los proyectos activos del ciclo 2014-2015 y en la conformación de las propuestas para el programa para el ciclo 2018-2019.

México presentó varias propuestas de proyectos para el ciclo 2018-2019, pero sólo fueron aceptadas 2 contrapartes mexicanas como DTM's, y solicitó formalmente su adhesión como contrapartes en otros 8 proyectos.

Los dos DTM's Eulogio de la Cruz y Eduardo Francisco Robles Piedras participaron en la reunión de Diseño de Proyectos Regionales en Viena, Austria, del 31 de octubre al 4 de noviembre de 2016 para terminar el diseño y preparación de los proyectos y la Coordinadora Nacional participó como líder de área temática en Tecnologías de la Radicación para la elaboración de los proyectos en ese rubro.

En el 2016, México participó en 15 proyectos a través de las siguientes instituciones:

| INSTITUCIONES | NÚM. DE PROYECTOS |
|--|--------------------------|
| Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares | 5 |
| Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN | 1 |
| Instituto Tecnológico de Sonora | 1 |
| Instituto Tecnológico de Toluca | 1 |
| Instituto Nacional de Cancerología (INCAN) | 1 |
| Instituto Nacional de Pediatría; Secretaría de Salud | 1 |
| Centro Interamericano de Recursos del Agua (CIRA) Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de México | 1 |
| Programa Nacional Moscas de la Fruta Dirección General de Sanidad Vegetal; Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) | 1 |
| Benemérita Universidad Autónoma de Puebla | 1 |
| Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias | 1 |
| Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) | 1 |



ARCAL

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

Cabe señalar que por decisión de la contraparte, México dejó de participar en el proyecto RLA7019 Desarrollo de Indicadores para Determinar el Efecto de los Plaguicidas, Metales Pesados y Contaminantes Emergentes en los Ecosistemas Acuáticos Continentales Importantes para la Agricultura y la Agroindustria y no se registró ninguna actividad en el proyecto RLA7022 Fortalecimiento del monitoreo y respuesta regional para ambientes marinos y costeros sostenibles.

México fue sede de las siguientes reuniones:

- Reunión final del proyecto RLA5064 Fortalecimiento de las estrategias de conservación del suelo y el agua a nivel del paisaje mediante el uso de radio innovadores e isótopos estables y técnicas relacionadas del 10 al 24 de enero de 2016.
- También fue sede de la Primera Reunión de Coordinación del Proyecto RLA7021 “Uso de isótopos ambientales e instrumentos hidrogeoquímicos convencionales para evaluar el impacto de la contaminación de las actividades agrícolas y domésticas sobre la calidad del agua subterránea” del 22 al 26 de febrero de 2016 en Jiutepec, Cuernavaca, México.

Curso Regional de Capacitación sobre Gestión y Plan de Manejo de Acuíferos que se llevó a cabo en Toluca, Estado de México, México, del 29 de agosto a 2 de septiembre de 2016 dentro del Proyecto RLA7018 **“Mejorar el Conocimiento de los Recursos de Aguas Subterráneas para Contribuir a su Protección, Gestión Integrada y Gobernanza”**

- En el marco del proyecto RLA5064 Fortalecimiento de las estrategias de conservación del suelo y el agua a nivel del paisaje mediante el uso de isótopos innovadores de radio y estables y técnicas relacionadas se llevó a cabo la Reunión de expertos para el análisis de datos sobre la erosión de suelos en ocasión de la celebración de la Tercera Cumbre de Biotecnología en Ciudad Obregón, Sonora, México del 27 de octubre al 2 de noviembre 2016.
- Reunión Regional de Expertos para Producir el Reporte Final de los Resultados del Ejercicio de Intercomparación de la Medición de Actividades de Radionucleidos Terapéuticos con Activímetros que se llevó a cabo en la ciudad de México del 28 de noviembre al 02 de diciembre de 2016 bajo el proyecto RLA6074 Apoyo al desarrollo de radiofármacos de producción regional para la terapia de cáncer dirigida a través del intercambio de capacidades y conocimientos y el mejoramiento de las instalaciones, la creación de redes y la capacitación.
- Se llevó a cabo el Curso Regional de “Exposure Pathways for POPs” en el marco del proyecto RLA5069 Mejora de la gestión de la contaminación de los contaminantes orgánicos persistentes para reducir el impacto en las personas y el medio ambiente, en Toluca, Estado de México, México del 28 noviembre al 2 diciembre de 2016.
- Curso Regional de Actualización en Radiología para Radio-Oncólogos que se llevó a cabo en la Ciudad de México, México del 7 al 11 de noviembre de 2016, en el marco del proyecto RLA6072 “Fortalecimiento de la Capacitación de los Recursos Humanos en Radioterapia”

La participación de México en el Grupo Directivo y en el Órgano de Coordinación Técnica fue muy activa, debido a que ocupó la Vicepresidencia por lo que participó en varias reuniones para evaluar el seguimiento del programa y de las acciones pactadas en las XVI y XVII del OCTA y en el diseño de los nuevos proyectos.

En 2016, México realizó aportaciones significativas al programa ARCAL cubriendo algunos viajes de la colaboradora de la Coordinación Nacional y en el proyecto RLA5070 México pagó el viaje algunos



ARCAL

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

funcionarios para ir a las reuniones. Aunado a los demás rubros que contabilizan las aportaciones de los países al programa, en total, en 2016, México aportó 199,523 Euros.

A continuación se resumen las principales actividades realizadas en el marco de los 15 proyectos en los que México participó en 2016:

1.- RLA1012 ARCAL CLI

“Desarrollo de un programa de creación de capacidad para asegurar el funcionamiento sostenible de los reactores de investigación nuclear mediante la capacitación del personal”

La participación de la contraparte mexicana ha consistido básicamente en asistir a la reunión de coordinación, algunos eventos de capacitación y a la recepción de una misión de experto en el Centro Nuclear “Dr. Nabor Carrillo Flores”, a fin de proporcionar asesoría para el desarrollo de experimentos usando el reactor TRIGA Mark-III en actividades de enseñanza y de capacitación.

- a) Participación del coordinador de proyecto en reuniones de coordinación, talleres, grupos de trabajo, etc.
 - 1. Primera reunión de coordinadores del proyecto en Lima, Perú del 8 al 11 de Marzo de 2016.
 - 2. Train the trainers, Workshop on sharing the Experience by the Eastern European Research Reactors Initiative que se llevó a cabo en Praga, República Checa del 31 de octubre al 4 de noviembre de 2016.
 - 3. Lubomir Sklencka, misión de experto a México en el Centro Nuclear “Dr. Nabor Carrillo Flores” del 5 al 9 de diciembre de 2016.
- b) Participación de sus colaboradores en reuniones, talleres, grupos de trabajo, etc.
 - 1. Train the trainers, Workshop on sharing the Experience by the Eastern European Research Reactors Initiative en Praga, República Checa del 31 de octubre al 4 de noviembre de 2016, participó Edmundo del Valle Gallegos- Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional, Carlos Ríos Martínez – Unidad Académica de Estudios Nucleares, Universidad Autónoma de Zacatecas, Edo. de Zacatecas, México.
 - 2. Taller de Capacitación sobre Sistemas de Gestión Integrada para Reactores de Investigación que se llevó a cabo en Viena, Austria, 14 a 18 de Noviembre de 2016 en la que participó Darío Méndez Toss del Departamento del Reactor del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares.

2.- RLA1013 ARCAL CXLVI

“Creación de expertos en el uso de la tecnología de la radiación para mejorar el desempeño de la industria, el desarrollo de nuevos materiales y productos, así como reducir el impacto ambiental”

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

El coordinador por parte de México del proyecto participó en la Primera Reunión de Coordinación de dicho proyecto, celebrada en la sede del OIEA del 11 al 15 de enero de 2016, en la cual se definieron las actividades para su periodo de implementación 2016-2017. En las figuras 1 y 2 se muestran las actividades nacionales y regionales programadas en dicho periodo para ambos componentes del proyecto: 1) procesamiento por irradiación y tecnología de radionúclidos.



ARCAL

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

Plan de trabajo

RLA1013 "Creación de expertise en el uso de la tecnología de la radiación para mejorar el desempeño de la industria, el desarrollo de nuevos materiales y productos, así como reducir el impacto ambiental".

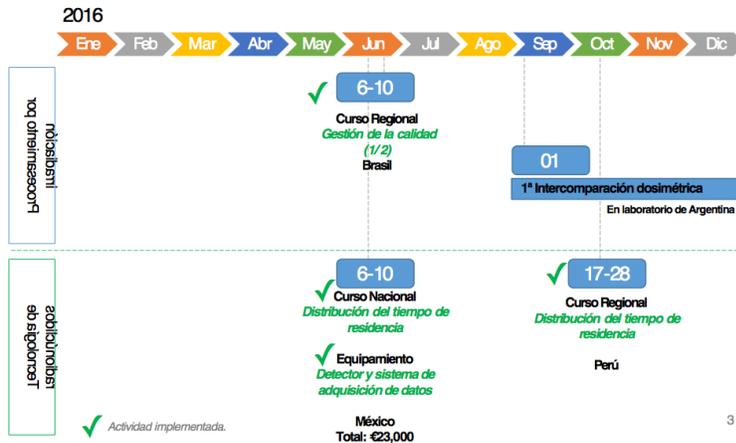


Figura 1. Plan de trabajo 2016

Plan de trabajo

RLA1013 "Creación de expertise en el uso de la tecnología de la radiación para mejorar el desempeño de la industria, el desarrollo de nuevos materiales y productos, así como reducir el impacto ambiental".

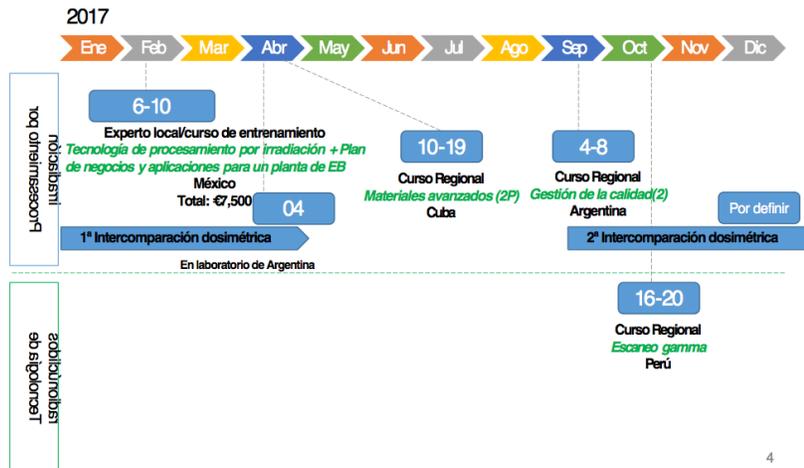


Figura 2. Plan de trabajo 2017



ARCAL

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

El coordinador del proyecto también participó en el “Curso Nacional de Entrenamiento sobre la Aplicación de Estudios de Distribución del Tiempo de Residencia”, celebrado en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) del 22 al 26 de agosto de 2016.

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

Al regreso de la Primera Reunión de Coordinación, el coordinador nacional del proyecto mostró una presentación del proyecto RLA1013 a las autoridades del ININ, la cual contenía: antecedentes del tema, los planes de trabajo, aspectos relevantes de la mencionada reunión: asociación con compañías privados y línea base del país, los entregables de la reunión, así como las conclusiones y recomendaciones señaladas.

También se tuvieron reuniones por separado con los jefes de los departamentos relacionados con cada componente del proyecto RLA1013, tal como se muestra a continuación:

1. Tecnología de radionúclidos – Fís. Mario Bárcenas Robles, ININ, Jefe del Depto de Protección Radiológica.
2. Tecnología de procesamiento por irradiación – Ing. Miguel Irán Alcérreca Sánchez, Jefe del Departamento del Irradiador Gamma.

En dichas reuniones se revisaron en detalle y se planeó la implementación de las actividades establecidas en el plan de trabajo 2016.

Componente Procesamiento por Irradiación

El Ing. Raúl Vázquez Torres, Responsable de Dosimetría Industrial y Seguridad Radiológica de la Planta de Irradiación Gamma del ININ participó en el “Curso de formación básica para establecer un control de calidad en los protocolos de dosimetría y definir protocolos de evaluaciones comparativas para irradiadores industriales”, celebrado del 27 de junio al 1 de julio de 2016, en Sao Paulo Brasil.



ARCAL

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



Figura 3. Participación de colaboradores 1.

Componente Tecnología de Radionúclidos

La participación en actividades de la componente de Tecnología de Radionúclidos del proyecto RLA1013 en 2016 estuvo compuesta por:

1. “Curso Nacional de Entrenamiento sobre la Aplicación de Estudios de Distribución del Tiempo de Residencia”, celebrado en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares del 22 al 26 de agosto de 2016, en la que participaron 23 personas procedentes de la Comisión del Agua del Estado de México, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, instituciones de educación superior y colaboradores del ININ, quienes participaron en la preparación y desarrollo de dos experimentos que se realizaron en el seno de dicho curso (figuras 5 y 6).



Figura 4. Participación de colaboradores 2.



ARCAL

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



Figura 5. Experimento en una planta de tratamiento de aguas residuales local.



ARCAL

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



Figura 6. Experimento en el laboratorio de agua pesada del ININ.

2. La participación del Mtro. Marco Antonio Ruíz Cristobal en el “Curso Regional de Capacitación sobre Estudios de la Aplicación de Tiempo de Residencia Distribución (RTD)”, en la Unidad de Procesos de Evaluación y Optimización, que tuvo lugar en Lima Perú, de 17 a 28 de octubre de 2016 (Figura 7).

3.- RLA2015 ARCAL CXLIII

“Apoyo a la elaboración de Planes Nacionales de Energía con el fin de satisfacer las necesidades energéticas en los países de la región, haciendo uso eficaz de los recursos a mediano y largo plazo”

Como inicio del Proyecto RLA/2/015, se realizó la reunión de coordinadores del mismo, celebrada en la ciudad de Buenos Aires, Argentina, del 9 al 13 de noviembre de 2015. En este evento el CP expuso, de manera breve, la situación socio-económica y energética de México, haciendo énfasis en los recursos energéticos disponibles en el país. Se presentaron los objetivos, visión, alcance y expectativas referentes al Proyecto, así como la estructura del grupo de trabajo mexicano, conformado por personal del ININ e incluyendo al CP.

Durante el año 2016, se atendieron tres rubros del Proyecto: el análisis de la demanda de energía utilizando la herramienta MAED (Model for Analysis of Energy Demand), el estudio del suministro de energía mediante el modelo MESSAGE (Model for Energy Supply System Alternatives and their General Environmental Impacts) y el desarrollo de los indicadores de desarrollo energético, tomando como base la metodología ISED/EISD (Energy Indicators for Sustainable Development).

Para el análisis de la demanda energética, las actividades, iniciaron formalmente a partir del mes de enero de 2016, comenzando con la recopilación de información socio-económica y energética de México,



ARCAL

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

misma que fue utilizada en el Curso regional virtual de capacitación sobre la herramienta del OIEA “MAED”, el cual se llevó a cabo del 29 de febrero al 11 de marzo de 2016, a través de la plataforma webEx.

El objetivo del curso fue que los participantes aprendieran la base del funcionamiento de la herramienta MAED y su uso básico, siguiendo las lecciones del e-Learning, a fin de generar un caso de estudio simple del país. De este curso, en México, contamos con la participación de personal de la Comisión Reguladora de Energía (CRE), de la Comisión Nacional para el Control del Gas Natural (CENAGAS), de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y del ININ.

El caso de estudio desarrollado, sobre la demanda energética, abarcó el periodo del año 2010 al 2014, considerando cinco sectores económicos, por lo que la participación por cada una de las instituciones fue la siguiente: el sector de la agricultura fue analizado por el CENAGAS, la construcción por la CRE, la manufactura por la UNAM y los sectores de la minería y del transporte, fueron estudiados por el ININ. La continua práctica en el uso de MAED y el entrenamiento previo, permitieron tener un mejor entendimiento sobre el nuevo modelo y del tema de estudio, de tal manera que para el curso regional de capacitación sobre análisis de la demanda de energía usando la herramienta del OIEA “MAED”, celebrado en la ciudad de Panamá, Panamá, del 18 al 29 de Abril del 2016, se logró profundizar en lo que sería el modelo final para el análisis de la demanda de energía, al cual asistió personal del ININ, quienes participaron activamente en las sesiones de entrenamiento, trabajando en conjunto con los demás participantes, retroalimentando el conocimiento adquirido y proponiendo acciones que facilitarían el estudio sobre la demanda energética en cada país de la región.

Durante el curso, el equipo mexicano se enfocó en modelar el sector transporte y el de la manufactura, principalmente, debido a la falta de información con la que se contaba. El apoyo de los oficiales y expertos del OIEA permitió asimilar de mejor manera las acciones que se debían tomar para modelar los sectores antes mencionados. Cabe mencionar, que en ambos cursos, el virtual y el presencial, se tuvo la participación del CP. Finalmente, del 19 al 23 de septiembre de 2016, la contraparte mexicana asistió a la reunión regional para la presentación de los resultados del análisis de la demanda de energía usando la herramienta “MAED” del OIEA. Esta reunión se celebró en la ciudad de Montevideo, Uruguay, en donde se presentó el estudio de demanda energética para México. Este estudio, incluye el análisis en los sectores económicos de la agricultura, construcción, minería, manufactura, transporte, residencial y de servicios, considerando un periodo de ocho años (2015-2050), tomando el 2012 como año base, proponiendo cuatro supuestos socio-económicos.

Respecto a las actividades sobre el estudio del suministro de energía, del 10 al 21 de octubre de 2016, se atendió el curso regional virtual de capacitación sobre la herramienta del OIEA “MESSAGE”, a través de la plataforma webEx, en el que intervino personal de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y del ININ. El objetivo del curso fue el de entrenar a los participantes en el uso de la herramienta MESSAGE, desarrollando un caso país simple al final del entrenamiento, de tal manera que la participación del ININ se reflejó al trabajar sobre los aspectos tecnológicos al considerar una central de carbón y una central nuclear, como generadoras de energía eléctrica, mientras que la aportación de la CFE, fue definiendo los aspectos medioambientales, como lo son las emisiones de gases de efecto invernadero SO₂ y CO. La demanda de energía a cubrir se estableció según lo obtenido en el estudio realizado con MAED.

Posteriormente, personal del ININ participó en el curso regional de capacitación sobre análisis del sistema de suministro usando la herramienta del OIEA “MESSAGE”, del 14 al 25 de noviembre del 2016, en la ciudad de Lima, Perú. El curso tuvo por objetivo el apoyar las capacidades nacionales para el análisis del sistema de suministro de energía y de electricidad, al plantear escenarios alternativos de desarrollo socio-económico. Se trabajó de manera intensiva en modelar tecnologías como la nuclear e hídrica, con la



ARCAL

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

asesoría de los expertos y oficiales del OIEA, de tal forma que el modelo desarrollado incluyó cinco tecnologías para satisfacer la demanda de energía eléctrica: carboeléctrica, ciclo combinado, termoeléctrica, nucleoelectrica e hidroeléctrica, considerando los recursos energéticos primarios del gas, carbón y petróleo. Al final del curso, se expuso a los asistentes y a los expertos del OIEA, el modelo desarrollado. A la fecha se continúa con el caso de estudio, para que en el mes de abril del año 2017, se envíe el informe correspondiente a los oficiales del OIEA, con la intención de presentar los resultados para el mes de mayo en la ciudad de la Habana, Cuba. De este rubro, el CP participó tanto en el curso virtual como en el presencial.

Finalmente, tuvo cabida la reunión regional sobre indicadores de desarrollo sostenible, celebrada del 25 al 29 de julio de 2016 en la ciudad de Asunción, Paraguay. Durante la reunión se presentó la metodología desarrollada por el OIEA “indicadores energéticos para el desarrollo sostenible: directrices y metodología”, utilizada para dar soporte en el desarrollo de las capacidades nacionales para la selección y utilización de indicadores como herramientas de evaluación y seguimiento continuo de la implementación de políticas energéticas para el desarrollo sostenible. En esta reunión, en donde no participó el CP, se presentaron los indicadores de eficiencia energética disponibles en México y de las instituciones encargadas de la elaboración de los mismos.

4.- RLA5064 ARCAL CXL

“Fortalecimiento de las estrategias de conservación del suelo y el agua a nivel del paisaje mediante el uso de isótopos innovadores de radio y estables y técnicas relacionadas”

El coordinador de México en el proyecto RLA5064 realizó el estudio para la identificación de las principales zonas de erosión hídrica, y zonas que aportan el mayor porcentaje de suelos y sedimentos hacia el río de Tejalpa en el municipio de Zinacantepec, México, los resultados del estudio se presentaron en un congreso nacional, los resultados permitieron identificar el cambio en el usos del suelo de forestal a la producción de papa, con la evidente degradación en la calidad de los suelos y su impacto en el transporte de sedimentos hacia el embalse Ignacio Ramírez que almacena agua para el abasto de la población de dos municipios del estado de México. En el año 2017 se realizará una investigación para identificar el origen de los sedimentos que azolvan el embalse Ignacio Ramírez y el porcentaje de aporte de los suelos de cultivo de maíz, papa y pastores de ganado ovino hacia el cuerpo de agua.

5.- RLA5065 ARCAL CXXXVI

“Mejora de los sistemas de producción agrícola mediante la eficiencia del uso de los recursos”

El proyecto ARCAL RLA5065 inició con la realización de la Primera Reunión de Coordinadores en Mayo 5-9, 2014, donde se acordó el Plan de Actividades a ejecutar en el marco de presente proyecto. Dicho plan fue revisado y actualizado en la Second Regional Technical and Mid-Life Review Meeting of Project Improving Agricultural Production Systems Through Resource Use Efficiency (ARCAL CXXXVI RLA5065). san Carlos, Costa Rica. August 29-2 September, 2016. Dr. José Antonio Vera Núñez.

A continuación se hace mención al plan de actividades-México ejecutado en 2016 en el marco del proyecto y los proyectos vinculados (Dr. Juan José Peña Cabriales.-CONACYT: Importancia de los Microbios Benéficos de la Rizósfera en la Producción Sustentable de Maíz, CB-2102-179319 & Dr. Oscar Arath Grageda Cabrera.-SAGARPA: Investigación y Transferencia de Tecnología sobre el Empleo de Biofertilizantes y Abonos Orgánicos en la Agricultura, NS-131416):



ARCAL

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

Reuniones

Second Regional Technical and Mid-Life Review Meeting of Project Improving Agricultural Production Systems Through Resource Use Efficiency (ARCAL CXXXVI RLA5065). San Carlos, Costa Rica. August 29-2 September, 2016. Dr. José Antonio Vera Núñez.

Investigación

Interacción de los Abonos Orgánicos, Fertilizantes y Biofertilizantes en la Nutrición Vegetal

Dr. Juan José Peña Cabriales

Dr. José Antonio Vera Núñez

CINVESTAV-IPN, U. Irapuato

Dr. Oscar A. Grageda Cabrera

Campo Experimental Bajío – INIFAP

Para obtener un suelo con alto nivel de productividad a largo plazo, es recomendable el uso de los abonos orgánicos y biofertilizantes. Sin embargo, existe un déficit en el conocimiento científico del impacto de la introducción de alternativas de producción sobre el uso eficiente de nutrimentos, tal como la combinación de abonos orgánicos, fertilizantes sintéticos y biofertilizantes. Se efectuó un experimento en condiciones de invernadero en el Campo Experimental Bajío del INIFAP, Celaya, Gto. para determinar el efecto de la combinación de abonos orgánicos, fertilizantes sintéticos y biofertilizantes en la nutrición del cultivo de triticale. Se evaluaron tres tipos de compostas, la sustitución de la fertilización sintética por composta en cuatro combinaciones y seis biofertilizantes. Los parámetros evaluados fueron: i) altura, ii) contenido de clorofila, iii) peso seco de grano, paja y total, iv) índice de cosecha, v) N en grano, paja y total, vi) N derivado del fertilizante (Nddf), vii) N derivado de de la composta, viii) N derivado del suelo, ix) índice de cosecha, y x) eficiencia en la utilización del N de cada una de las fuentes. El diseño experimental fue factorial en arreglo de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los resultados han mostrado que la inoculación con los biofertilizantes incrementó hasta 11.8% el peso seco en comparación con los testigos sin inocular. Los mejores inoculantes fueron la micorriza 3 y la bacteria 3, que incrementaron el peso seco 19%. La producción de biomasa fue mayor cuando las compostas sustituyen entre un 50 y 75% la fertilización sintética. El análisis de asimilación de N está en proceso.

Cuadro 1 Comparación de medias del peso seco e índice de cosecha mediante la prueba de DMS para las variables de tipo de biofertilizante.

| Biofertilizante | PSP (g) | PSG (g) | PST (g) | IC |
|-----------------|------------|------------|------------|----------|
| Sin Inoculante | 179.36 c | 97.42 d | 276.79 c | 0.361 a |
| Micorriza 1 | 213.38 b | 103.38 c | 317.26 b | 0.333 c |
| Micorriza 2 | 215.29 b | 105.17 c | 320.43 b | 0.334 bc |
| Micorriza 3 | 224.01 a | 104.88 c | 328.90 a | 0.326 d |
| Bacteria 1 | 216.21 b | 105.75 bc | 321.96 b | 0.337 bc |



ARCAL

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

| | | | | |
|------------|----------|-----------|-----------|----------|
| Bacteria 2 | 213.88 b | 107.35 ab | 321.24 b | 0.340 b |
| Bacteria 3 | 215.49 b | 107.86 a | 323.36 ab | 0.335 bc |
| DMS | 5.33 | 2.09 | 6.19 | 0.006 |

*Valores con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS $p < 0.05$. PSP= Peso seco de paja. PSG= Peso seco de grano. PST= Peso seco total. IC= Índice de cosecha.

Asimilación de ^{32}P por la Planta de Maíz Inoculada con Rizobacterias Aisladas de Tres Agrosistemas de Maíz de Temporal de México.

Mendoza-Escamilla, J.

ITESI-Irapuato

Las rizobacterias promotoras del crecimiento benefician a la planta a través de diversos mecanismos que se presentan como una alternativa a los fertilizantes químicos y plaguicidas. En la presente investigación se evaluaron 31 rizobacterias con capacidad de fijación de nitrógeno y solubilizadoras de fosfato, aisladas de la rizósfera de parcelas de maíz ubicadas en tres estados del país: Michoacán, Estado de México y Guanajuato, sobre la actividad de promoción del crecimiento vegetal. Para la pre-selección de los aislados, se realizó un análisis comparativo de los aislados en la promoción radical de la planta modelo *Arabidopsis thaliana*. Posteriormente, se evaluó el comportamiento de los aislados en la planta de maíz híbrido comercial PUMA (ASGROW), en un sustrato con base arena de río, con un total de cinco replicas, por tratamiento. A los 17 días después de la emergencia, los resultados indicaron que las cepas SCC4, FCC24, FCC1 y FCV14 identificadas como *Pseudomonas*, *Bacillus*, y *Burkholderia*, mostraron un efecto positivo en la promoción del crecimiento vegetal (in vitro), asimismo, dicho efecto se correlacionó con una mayor absorción de ^{32}P (Cuadro 2); mientras que las cepas SCV16, FCC25, FCV11, SCV10, SCV17, SCC7 y SCV5 pertenecientes a los géneros *Acinetobacter* y *Ralstonia* mostraron un efecto negativo en la promoción del crecimiento radical. El resto de los aislados no mostraron diferencias significativas respecto al control. Estos resultados indican una alta variabilidad, así como diferentes géneros bacterianos en la promoción del crecimiento radical.

Cuadro 2. Actividad de ^{32}P y masa seca de la planta de maíz inoculada con aislados bacterianos rizosféricos con capacidad de promoción del crecimiento obtenidos de agrosistemas de producción de maíz de temporal en México.

| Cepa | Masa seca total (g) | Actividad ^{32}P (dpm/g masa seca) |
|------------------------|---------------------|---|
| <i>Burkholderia</i> sp | 1.00 | 33 |
| <i>Burkholderia</i> sp | 1.14 | 1 |
| <i>Burkholderia</i> sp | 1.24 | 11 |
| <i>Burkholderia</i> sp | 1.00 | 9 |
| <i>Burkholderia</i> sp | 1.11 | 3 |



ARCAL

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

| | | |
|-----------------|------|----|
| Burkholderia sp | 1.34 | 1 |
| Burkholderia sp | 1.08 | 3 |
| Burkholderia sp | 1.69 | 2 |
| Burkholderia sp | 1.05 | 50 |
| Ralstonia sp. S | 0.78 | 27 |
| Variovorax sp. | 0.65 | 6 |
| Advenella sp. S | 0.93 | 4 |
| Dyella sp. SCC2 | 1.46 | 15 |
| Acinetobacter s | 1.21 | 7 |
| Enterobacter s | 0.99 | 2 |
| Pseudomonas sp. | 0.72 | 7 |
| Pseudomonas sp. | 0.90 | 29 |
| Pseudomonas sp. | 0.80 | 35 |
| Pseudomonas sp. | 0.68 | 59 |
| Pseudomonas sp. | 0.51 | 68 |
| Pseudomonas sp. | 1.32 | 10 |
| Mucilaginibacte | 1.19 | 11 |
| Phyllobacterium | 1.19 | 15 |
| Mesorhizobium s | 1.08 | 29 |
| Rhizobium sp. F | 1.11 | 34 |
| Agrobacterium s | 1.15 | 13 |
| Burkholderia sp | 1.03 | 19 |
| Variovorax sp. | 1.00 | 30 |
| Agrobacterium s | 0.70 | 25 |
| Streptomyces sp | 1.30 | 16 |
| Rhizobium sp. F | 0.72 | 34 |



ARCAL

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

| | | |
|---------------------|------|----|
| Rhizobium sp. F | 0.68 | 62 |
| Rhizobium sp. F | 0.95 | 48 |
| Bacillus sp. | 1.18 | 41 |
| Control Fertilizado | 1.01 | 48 |
| Blanco | 1.74 | 23 |

El Papel Nutricional de la Población Bacteriana Rizosférica de Maíz de Temporal (*Zea mays* L.) en México

Chávez-Marmolejo, C.G.

CINVESTAV-IPN, Unidad Irapuato

Los estudios indican que la microbiota nativa de los suelos cultivados es afectada por el uso inadecuado de pesticidas y fertilizantes sintéticos reduciendo el ciclaje de nutrimentos, la fertilidad y la rentabilidad agrícola. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar la población bacteriana rizosférica con actividad de promoción del crecimiento vegetal (fijación de nitrógeno, producción de ácido indol acético y de sideróforos, y solubilización de fósforo) de los sistemas de producción de maíz de temporal en México. La producción de metabolitos relacionados con la promoción del crecimiento vegetal fue variable en función de la cepa. Los géneros mayormente representados en las capacidades metabólicas cuantificadas, independientemente del sistema de producción fueron Burkholderia (45-65%), Pseudomonas y Mesorhizobium. La capacidad de promoción del crecimiento vegetal por los aislados bacterianos rizosféricos fue variable siendo 40, 48 y 72%, Guanajuato, Michoacán y Edo. México, respectivamente, presentaron dicha capacidad. Independientemente del contenido de P en suelo, el suelo aportó la proporción de P mayor (Cuadro 3), siendo mayor en el orden siguiente: 100 (> 40) > 87 (6-10) > 70 (21-40) > 40% (11-20 ppm P), y cuando se inoculó con la bacteria Bacillus.

Difusión

Congresos:

Asimilación de 32P por la Planta de Maíz Inoculada con Rizobacterias Aisladas de Tres Agrosistemas de Maíz de Temporal de México. Mendoza-Escamilla, J.; Marmolejo-Chávez, C.G.; Aviles-Osuna, O.; Vera-Núñez, J.A.; Peña Cabriales, J.J. XLI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Octubre 9-13, 2016. León, Gto.

El Papel Nutricional de la Población Bacteriana Rizosférica de Maíz de Temporal (*Zea mays* L.) en México. Chávez-Marmolejo, C.G.; Barrera-Galicia, G.C.; Vera-Núñez, J.A.; Larsen, J.; Peña-Cabriales, J.J. XLI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Octubre 9-13, 2016. León, Gto.

6.- RLA5068 ARCAL CL

“Mejorar el rendimiento y el potencial comercial de los cultivos de importancia económica”

El Dr. de los Santos Villalobos y la Dra. Parra Cota asistieron al Curso Regional de Capacitación Básica sobre Mejora por Mutaciones, celebrado en La Habana, Cuba, del 12 al 16 de septiembre de 2016.



ARCAL

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

Además, en 2016 se consolidó el equipo de trabajo integrando al Dr. Eulogio de la Cruz Torres (Responsable del Proyecto Fitomejoramiento por Mutagénesis del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares), y al C. Sergio Ahumada Flores (Estudiante de Ingeniería en Biotecnología del Instituto Tecnológico de Sonora). De esta manera, la colaboración con el Dr. de la Cruz Torres permitió la irradiación de las semillas de trigo a utilizar en este proyecto, serán evaluadas por el C. Ahumada Flores como parte de sus tesis de grado, enfocada en la obtención de líneas avanzadas de trigo tolerantes a incrementos de temperatura en el Valle del Yaqui, Sonora, consecuencia del cambio climático.

Actualmente, ensayos de dosimetría *in vitro* y en campo están siendo desarrollados con semillas de trigo irradiadas con el objetivo de determinar la dosis óptima para el presente proyecto (ver sección de resultados). La ejecución de estos ensayos se ha realizado por la aportación de proyectos de investigación propios, cuyo desglose se presente a continuación.

7.- RLA5069 ARCAL CXLII

“Mejora de la gestión de la contaminación de los contaminantes orgánicos persistentes para reducir el impacto en las personas y el medio ambiente”

Actualmente, en la región de Latinoamérica y el Caribe existe información parcial de la presencia y el grado de la exposición de la población a contaminantes orgánicos persistentes (COP's) en el medio ambiente. Su toxicidad ha sido confirmada por diversos estudios y una vez absorbido por el cuerpo, se concentran en los ganglios del nervio central, las glándulas suprarrenales y tejido adiposo en el sistema nervioso general. Durante la lactancia, la leche es una de las principales vías de eliminación de plaguicidas organoclorados para la madre, pero es también una ruta importante de exposición para los niños. Estos consumen grandes cantidades de leche (870 ml/día) y pueden alcanzar o superar los niveles de ingesta diaria aceptable. Este proyecto pretende contribuir a ampliar y armonizar las capacidades analíticas de los laboratorios de las instituciones participantes para poder establecer los distintos niveles de exposición a COP's en la población. Los países participantes aportan información del estado de la concentración de COP's en distintas matrices y de monitoreos existentes en sus países. La misma es un punto de partida para la elaboración de la línea base regional que deberá ser desarrollada como una de las primeras actividades del proyecto.

Hasta el momento se ha tenido participación en las dos reuniones que se han realizado, la primera en Chile y a finales del 2016 a México le toco ser sede del curso de evaluación de riesgo.

8.- RLA5070 ARCAL CXLI

“Fortalecimiento de las medidas de vigilancia y control de la mosca de la fruta utilizando la técnica de los insectos estériles con el enfoque de la gestión integrada zonal de plagas para la protección y expansión de la producción hortícola”

La problemática de los daños que causa el complejo de las moscas de la fruta es un tema de atención, por ello los países de la región miembros del Organismo Internacional de Energía Atómica (América Latina y el Caribe) y de la FAO, presentaron al OIEA en el 2014 una propuesta de proyecto regional para desarrollar capacidades en la vigilancia y el control del complejo de moscas de la fruta. El proyecto fue aprobado por el Consejo de Gobernadores del OIEA por un período de cuatro años (2016-2019), denominado Proyecto de Cooperación Técnica del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) División para América Latina y el Caribe y División Conjunta FAO/OIEA



ARCAL

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

Este proyecto se ha enfocado en los siguientes objetivos:

- Fortalecimiento y armonización de los sistemas de vigilancia para el control de moscas de la fruta y capacidad de respuesta ante la entrada de especies no nativas.
- Desarrollo y armonización de una base de datos regional armonizada de trampeo y un sistema de alerta fitosanitario regional.
- La transferencia de tecnología para el establecimiento y mantenimiento de áreas de baja prevalencia y libre de moscas de la fruta así como capacitación en la elaboración del documento técnico y el reconocimiento de las áreas bajo manejo fitosanitario.
- Transferencias y armonización de tecnologías actuales e innovaciones tecnológicas en la aplicación de TIE, incluyendo la cría masiva y liberación de moscas estériles.

Como actividades relacionadas con este proyecto, en el 2016, México llevó a cabo el XXV Congreso Internacional de Moscas de la Fruta en el Centro Internacional de Capacitación con sede en Metapa de Domínguez, Chiapas. En este curso se capacitaron 18 participantes provenientes de Argentina, Chile, Belice, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Jamaica, Honduras, Nicaragua, Perú, Panamá y Paraguay.

9.- RLA5071 ARCAL CXLIV

“ Disminución de la tasa de infestación de parásitos de las ovejas”

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

Hemos participado en la Primera reunión de coordinación del proyecto ARCAL/RLA/5/071, que se celebró del 29 de Febrero al 4 de marzo del 2016, dónde se acordó: los lineamientos del proyecto regional y los compromisos de México para el desarrollo del proyecto, el cual estamos cumpliendo.

1. Participamos en el Curso : “Regional Training Course on Genetics of Parasite Resistance in Sheep and Goats: Sampling, Data Collection, Management and Analyses”
Al mismo participó la Bióloga: Mariana Paz Calderón Nieto y el Dr. Ricardo E. Caicedo Rivas, este curso se celebró del 5 al 9 de diciembre del 2016.
2. Se realizaron reuniones con ganaderos de Ovinos y Caprinos con el objetivo de informar sobre la metodología del Proyecto RLA/5/071, sus objetivos, metas del mismo.
3. Se incorporaron a este proyecto 17 fincas de producción ovina y caprina, con una población de 1546 animales.
4. Se estableció la colaboración del Instituto Politécnico Nacional-IPN, y que tendrá como representante a la MC. Angélica Ruiz Font (Bióloga Molecular)
5. Con este estudio se está desarrollando la tesis de maestría por la Biól. Mariana Paz Calderón N. (generación de recursos humanos).



ARCAL

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

10.- RLA6072 ARCAL CXXXIV

“Fortalecimiento de la Capacitación de los Recursos Humanos en Radioterapia”

Presentar un resumen de la participación en el proyecto:

Primer Evento.- El propósito principal del curso C7-6072-003 fue proporcionar a los participantes conocimientos en el ámbito de la radioterapia pediátrica conformada 3D, para que sean capaces de implementar esta técnica de una manera efectiva y segura en la práctica clínica infantil. Este curso regional intentó nivelar los conocimientos teórico-prácticos para mejorar la calidad de la radioterapia pediátrica en el país. El curso constó de clases teóricas y ejercicios prácticos. Al término de este curso, es que el participante se familiarizará con los aspectos técnicos que deben ser considerados al momento de tratar pacientes oncológicos infantiles.

Segundo Evento.- El propósito principal del curso C7-RLA6072/011-01 fue proporcionar a los participantes, conocimientos sobre los aspectos de la biología de radiación en la oncología de radiación. Con este curso el participante tuvo un conocimiento básico de la física y la química de la radiación, biología de la radiación, las aplicaciones de la radiobiología en la oncología de radiación, formalismos matemáticos relacionados con la planificación del tratamiento, y otros aspectos biomédicos de la exposición a la radiación para mejorar la comprensión de la oncología de la radiación.

Los temas que se trataron:

- a) La física y química de la radiación
- b) Introducción a la radiobiología
- c) Biología celular humana
- d) La supervivencia celular y las formas de muerte celular
- e) Distintivos del cáncer
- f) La respuesta tumoral a la radiación
- g) Efectos en los tejidos normales
- h) Cánceres inducidos por la radiación: Introducción
- i) Factores que influyen en la radio sensibilidad: 6-R de radiobiología
- j) Variables de efectos en los tejidos normales
- k) Biología celular y molecular: la señalización celular
- l) Relación terapéutica: incluye terapias combinadas y modalidades de radiación alternativas
- m) Historia del tiempo, dosis y fraccionamiento:
- n) Modelo LQ: esquemas alternativos de radiación
- o) Cálculos con el modelo LQ
- p) Braquiterapia: de LDR a HDR
- q) Hipoxia del tumor y estrategias de tratamiento
- r) Las incertidumbres en radioterapia
- s) Cánceres inducidos por la radiación: Los cánceres secundarios en pacientes de radioterapia
- t) Tratamiento de las lesiones de radiación; incluye terapia de células madre
- u) VPH y el resultado del tratamiento del cáncer
- v) Los ensayos predictivos y la variación individual de radio sensibilidad



ARCAL

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

- w) El embarazo y la radiación médica
- x) La genética humana básica y efectos hereditarios de la radiación.

Tercer Evento.- El propósito principal del curso C1-RLA6072-9004-01, fue participar en la Red regional de educación a distancia en radioterapia para América Latina y el Caribe. Describo el programa que se desarrolló: Presentación sobre telemedicina y sus aplicaciones en Radioterapia. Educational Networks, basarse en la experiencia de AFRONET, Webinars mensuales, discusiones de casos clínicos, sesiones de contouring, Foros de discusión. Coordinado por la IAEA y las regiones. Presentación sobre DIRAC. Crear CME credits. Sobre e-contouring y herramientas existentes (Educadse) y las limitaciones existentes. Se presenta la importancia de la multidisciplinariedad en el manejo del paciente oncológico considerándose que el abordaje de las Virtual Tumour Boards debe enfocarse en el componente educacional con una vertiente asistencial. Con relación a los webinars se presenta la colección de seminarios pregrabados existente en human Health Campus, se presenta también Chartounds. La necesidad de valorar la obligatoriedad de hacer un curso contouring on line dentro del programa de formación de residentes. Se decide que la Actividad de Creación de Base de Datos prospectiva en Cáncer cervicouterino con fines de investigación clínica en la Región de América Latina es de gran interés y que la misma será valorada para su posterior desarrollo probablemente no en el contexto de este proyecto.

11.- RLA6074 ARCAL CXXXVII

“Apoyo al desarrollo de radiofármacos de producción regional para la terapia de cáncer dirigida mediante el intercambio de capacidades y conocimientos y el mejoramiento de las instalaciones, la creación de redes y la capacitación”

a) Participación de la coordinadora del proyecto: en la Reunión Regional de expertos para producir el reporte final de los resultados del ejercicio de intercomparación de la medición de actividad de radionucleidos terapéuticos en activímetros. Realizada en la Ciudad de México, México, del 28 al 2 de diciembre de 2016

- En la reunión se presentaron y discutieron los resultados de la intercomparación obtenidos en las distintas subregiones. Se consolidaron los resultados globales de la intercomparación y se identificaron problemas comunes y oportunidades de mejora. Se discutió, preparó y aprobó el reporte final de los resultados del ejercicio de intercomparación de la medición de actividad de los radionucleidos terapéuticos en activímetros.
- Los objetivos del ejercicio de intercomparación fueron:
 - a) La implementación en la práctica de los protocolos técnicos relativos al aseguramiento de la calidad de las mediciones de la actividad de disoluciones de radionúclidos terapéuticos en los activímetros.



ARCAL

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

b) La evaluación de las capacidades de medición regionales actuales del radionúclido terapéutico de mayor uso en la región, el I-131 y de otro radionúclido terapéutico de uso prospectivo, el Y-90, a partir de la participación de instituciones de radiofarmacia y medicina nuclear de los países participantes.

- Los resultados para la medición de I-131 a nivel regional fueron satisfactorios (93.2% porcentaje de resultados satisfactorios, 58 participantes).
- El porcentaje de resultados satisfactorios para la medición de Y-90 fue de 52% (18 instituciones participantes).
- Las conclusiones de la reunión fueron:
 - Las mayores desviaciones del valor de referencia se observaron en instituciones que utilizan equipos que no han sido sujetos a calibraciones por parte de Institutos Nacionales de Metrología y emplean las calibraciones del fabricante. El desempeño observado podría tener un sesgo hacia las mejores capacidades de medición regionales para los radionúclidos en cuestión.
 - El empleo de la infraestructura regional de la producción y distribución de radiofármacos resulta imprescindible
 - El ejercicio constituye uno de los primeros ensayos de uso compartido de las infraestructuras metrológicas y de producción y distribución de radiofármacos existentes en América Latina y el Caribe.
 - Aunque se observaron determinados problemas para obtener los permisos de importación de los ítems y otros trámites burocráticos con la rapidez requerida, los resultados obtenidos apuntan a que este uso compartido es posible y la subsiguiente organización de ejercicios similares debe facilitar la desaparición total o parcial de este tipo de barreras en los diferentes países de la Región.

También participó en la Reunión Final de Coordinación del proyecto RLA/6074 que se llevó a cabo en la Ciudad de Guatemala, Guatemala del 12 al 16 de diciembre de 2016.



ARCAL

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

- El objetivo de la reunión fue revisar la ejecución técnica y financiera del proyecto; actualizar la situación regional de la terapia con radionúclidos en comparación con la línea base del proyecto y análisis del progreso de los indicadores de desempeño; evaluar los resultados del proyecto y su impacto en cada país participante; preparar el informe final que incluyó la evaluación de los resultados del proyecto, recomendaciones del OIEA y los gobiernos nacionales y las lecciones aprendidas durante la realización del proyecto.

- Resultados obtenidos y que se incluyeron en el informe final:

- Recursos humanos entrenados para la preparación y control de calidad de radiofármacos terapéuticos de acuerdo a las regulaciones farmacéuticas internacionalmente aceptadas, en estudios dosimétricos, y preclínicos, en control de calidad de las mediciones de actividad, en validación de procesos y métodos analíticos, en estudios de evaluación in vitro de radiofármacos terapéuticos. (116 profesionales capacitados en los diferentes temas).

- Informe sobre el estado actual y necesidades de la terapia radionuclídica en la región.

- Procedimientos para preparación y control de calidad de anticuerpos monoclonales y péptidos marcados con emisores beta negativos.

- Procedimientos de estudios dosimétricos y preclínicos de anticuerpos monoclonales y péptidos marcados con emisores beta negativos.

- Protocolo de aseguramiento de las mediciones de actividad de radiofármacos terapéuticos.

- Guías para validación de procesos y métodos analíticos. Informe de los resultados del ejercicio de intercomparación de medición de actividad. Informe de encuesta sobre temas de interés en radiofarmacia para la implementación de una red regional.

- Informe de encuesta de capacidades regionales relacionados con el proyecto.

- Todas las actividades planificadas hasta Diciembre 2016 se implementaron, excepto las relacionadas con la propuesta de la red regional.

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



ARCAL

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

- Q. Lucía Martínez Ayala (ININ)
Curso Regional de Capacitación sobre Metrología Aplicada a la Preparación y Uso de Radiofármaco. (C7-RLA6074-004), el cual tuvo lugar en Buenos Aires, Argentina, del 4 a 8 de abril de 2016. El propósito del curso fue contribuir a la armonización de las prácticas de calidad para las mediciones en activímetros en radiofarmacia y medicina nuclear en la región de Latinoamérica y el Caribe con los siguientes objetivos específicos:
 - Dominar el principio de medición de las cámaras de ionización con geometría 4π utilizadas en radiofarmacia y medicina nuclear y los principales factores que afectan el resultado de medición de estos instrumentos;
 - Familiarizar al estudiante con las características técnicas y metrológicas fundamentales de los activímetros en uso en la región y con los procedimientos para la comprobación del funcionamiento, uso y controles de calidad de estos instrumentos;
 - Dominar aspectos fundamentales sobre la trazabilidad e incertidumbre de las mediciones de actividad de los radionucleidos efectuadas en los activímetros;
 - Familiarizar al estudiante con los procedimientos de calibración de los activímetros y de los ejercicios de comparación de las mediciones de la actividad de los radionucleidos en estos instrumentos;
 - Preparar al participante para que a su retorno al país contribuya a la disseminación de la información recibida en el curso.
- Q.F.B. Noé Cruz Pichardo (ININ)
Reunión regional de expertos para producir los protocolos finales relacionados con los protocolos y procedimientos para la validación de los procesos de producción de radiofármacos. (C1-RLA6074-9010-01), la cual tuvo lugar en Asunción, Paraguay, del 27 de junio al 1 de julio de 2016. Los objetivos de la reunión fueron los siguientes:
 - Discutir y aprobar las guías finales relacionadas con los protocolos y procedimientos de los procesos de validación en la producción de radiofármacos terapéuticos elaborados por los expertos contratados.
 - Proporcionar el intercambio entre los participantes sobre los conceptos, fundamentos y principios del proceso de validación, así como las vías y formas de su implementación en los países de la región, teniendo en cuenta la legislación existente en cada uno de ellos.



ARCAL

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

- Definir con exactitud el programa del próximo taller de capacitación sobre validación de procesos, metodologías analíticas y áreas, así como la calificación de equipos.

- Dra. en C. Erika Patricia Azorín Vega (ININ)
Participación en el Curso Regional de Capacitación sobre Ensayos Preclínicos in vitro con Radiofármacos Terapéuticos. (C7-RLA6074-005), el cual tuvo lugar en Montevideo, Uruguay del 5 al 9 de septiembre de 2016.

El propósito del curso fue capacitar profesionales vinculados al desarrollo de radiofármacos terapéuticos en la realización de ensayos preclínicos in vitro de péptidos y anticuerpos marcados para aplicaciones terapéuticas.

Q.F.B. Edith Hernández Hernández (ININ) y Q.F.B. Mauricio Robles Matías (ININ)
Curso Regional de Capacitación sobre Validación de Protocolos. (C7-RLA6074-006), el cual tuvo lugar en Sao Paulo, Brazil del 7 a 12 de noviembre de 2016. El objetivo del curso fue desarrollar la capacidad humana en el campo de la validación de los procesos y metodologías de análisis utilizados en el control de calidad de los radiofármacos terapéuticos con los siguientes objetivos específicos:

- Elaboración y aplicación de las directrices que contienen los procedimientos y protocolos para el control y la validación de los procesos utilizados en todas las fases de la producción de radiofármacos terapéuticos;

- Elaboración y aplicación de las directrices que contienen los procedimientos y protocolos para el control y validación de métodos analíticos utilizados en el control de calidad de los radiofármacos terapéuticos.

- M. en C. Olga Celia García Díaz (ININ) y Q. Lucía Martínez Ayala (ININ)
Participaron en la Reunión Regional de expertos para producir el reporte final de los resultados del ejercicio de intercomparación de la medición de actividad de radionucleidos terapéuticos en activímetros (RLA6074/9012/01) que tuvo lugar en la Ciudad de México del 28 de noviembre al 2 de diciembre de 2016.

12.- RLA6075 ARCAL CXXXIII

“Apoyo diagnóstico y tratamiento de tumores en pacientes pediátricos”

El 2016 fue el tercer año contemplado dentro del proyecto y se realizaron dos cursos regionales dentro del proyecto RLA6075 donde México participo de manera excelente enviando a físicos médicos y médicos capacitados. El Primero fue: Curso Regional de Capacitación para Físicos Médicos y Tecnólogos de



ARCAL

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

Medicina Nuclear en Dosimetría Interna para Aplicaciones Terapéuticas en Medicina Nuclear Pediátrica, celebrado del 23 al 27 de mayo de 2016 en La Habana, Cuba. El segundo fue: Curso Regional de Capacitación para Médicos Nucleares y Médicos Referentes en las Aplicaciones Clínicas Apropriadas de Imágenes Diagnósticas y Terapias con Radionúclidos con Enfoque Especial en Modalidades Híbridas: PET/CT y SPECT/CT en Oncología Pediátrica celebrado del 24 al 28 de octubre de 2016 en Bogotá, Colombia. Los cursos fueron dirigidos a Físicos y Médicos que tuvieran una participación activa con pacientes pediátricos dentro de sus instalaciones de trabajo.

México participo enviando dos Físicos y Médicos capacitados de diferentes partes del país como Chiapas, Querétaro y Ciudad de México. Donde a los participantes se les ha pedido que de manera activa divulguen el aprendizaje obtenido dentro de estos cursos de capacitación, pidiéndoles que participen en congresos y pláticas con temas referentes a lo mismo. Los médicos mexicanos dentro del curso en Colombia fueron 3 participantes y 2 Físicos para el curso en Cuba. Se hizo hincapié a los participantes que tienen la obligación de diseminar estos conocimientos para así poder homogeneizar los estándares de calidad y de conocimientos del tema. En dichos eventos se aprendieron técnicas y protocolos para el diagnóstico de pacientes pediátricos desde un punto de vista médico, homogeneizando así la información a lo largo de América latina. Así como también nuevas formas de Dosimetría Interna que se puede realizar con pacientes de Medicina Nuclear.

13.- RLA6077 ARCAL CXLVIII

“Toma de Acciones Estratégicas para el Fortalecimiento Capacidades en el Diagnóstico y Tratamiento del Cáncer con un Enfoque Integral”

- a) Contraparte: Verónica Hortensia Vélez Donis ha participado en las siguientes reuniones derivadas del proyecto:
- Primera reunión de coordinación celebrada en Viena, Austria del 21 al 24 de marzo de 2016
 - Curso Regional de Capacitación sobre el Manejo General del Aseguramiento de Calidad en la Práctica de la Medicina de Radiación celebrada en la Ciudad de Santiago de Chile del 14 al 18 de noviembre de 2016.

Asimismo a nivel nacional ha participado en diversas reuniones de trabajo para la difusión del proyecto.

- b) Participación de sus colaboradores en reuniones, talleres, grupos de trabajo, etc. Derivado del plan de trabajo desarrollado durante la primera reunión de coordinación se contempló el desarrollo de diversas actividades, razón por la cual México ha tenido participación en:



ARCAL

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

Curso Regional de Capacitación para Médicos en Radioterapia Pediátrica, el cual fue celebrado en la Ciudad de San José de Costa Rica del 13 al 17 de febrero de 2017. En dicho evento se contó con la participación de dos médicos radio-oncólogos.

14. RLA7018 ARCAL CXXXV

“Mejorar el Conocimiento de los Recursos de Aguas Subterráneas para Contribuir a su Protección, Gestión Integrada y Gobernanza”

A) Participación del Coordinador de Proyecto en reuniones de coordinación, talleres, grupos de trabajo, etc. (contraparte mexicana)

De acuerdo con el Marco Lógico del Proyecto aprobado, la participación del Coordinador de proyecto, y contraparte mexicana del mismo, se ha realizado satisfactoriamente. Cabe resaltar que la participación en esta fase del proyecto, la actividad de México es discreta y se concreta en observar y contribuir con conocimientos y experiencias en la implementación de la metodología iWAVE (IAEA Water Availability Enhancement) en los primeros cuatro países programados para su aplicación.

Sin embargo esta Coordinación, y el equipo de colaboradores mexicanos del Centro Interamericano de Recursos del Agua (CIRA), de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex), El Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) y de la Red Mexicana de Recursos Hídricos (REMERH-cap-net-mex, PNUD), a raíz de la Reunión de Coordinación de proyecto realizada en Mar del Plata, Argentina (30 de noviembre al 4 de diciembre del 2015), se comprometió a organizar y ser Sede de Curso Regional de Capacitación sobre Gestión y Manejo de Acuíferos. Dicho curso regional se tuvo lugar en la Ciudad de Toluca del 29 de agosto al 2 de septiembre del 2016. Esta actividad contó con la participación del equipo mexicano y de las contrapartes del proyecto regional. Igualmente contó con la presencia del instructor internacional patrocinado por la OIEA. Para mayores detalles sobre el Curso Regional se anexa un reporte sucinto sobre el mismo al final de este documento.

Tal como se planteó desde su inicio, este proyecto tiene contemplado la formulación de una segunda propuesta donde los países que actualmente participan como observadores intentarán implementar la metodología IWAVE en sus respectivos países. Durante la estancia de los miembros del proyecto en la ciudad de Toluca, se llevó a cabo una reunión de coordinación del mismo. En esta reunión se acordaron los principios de una segunda propuesta de proyecto que diese continuidad al actualmente en desarrollo, pero en su etapa final. Actualmente se está trabajando en la elaboración de la futura propuesta de proyecto regional bajo el liderazgo de Argentina.

En esta primera fase también se programaron las adquisiciones con financiamiento de la OIEA de cuatro pluviómetros totalizadores para el análisis isotópico de precipitación pluvial, previendo su instalación, en la cuenca del Curso Alto del río Lerma lugar donde se pretende implementar como proyecto piloto la aplicación de la metodología IWAVE. Igualmente se han recibido dos equipos multi-paramétricos calidad de agua (medición in-situ), con ellos el equipo mexicano pretende llevar a cabo una caracterización de contaminación en las aguas superficiales en la cuenca durante una fase ulterior del proyecto. Los equipos ya se encuentran en las instalaciones del CIRA.



ARCAL

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

15.- RLA7021 ARCAL CXLIX

“Uso de isótopos ambientales e instrumentos hidrogeoquímicos convencionales para evaluar el impacto de la contaminación de las actividades agrícolas y domésticas sobre la calidad del agua subterránea”

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

Primera reunión de coordinación de RLA/7/021 (ACRCAL CXXVII): “Uso de isótopos ambientales y de herramientas hidrogeoquímicas para la evaluación del impacto de la contaminación por actividades agropecuarias y domésticas en la calidad de las aguas subterránea”, desarrollada del 22 al 26 de febrero del 2016, con la finalidad de evaluar las capacidades reales y necesidades de los países participantes, para la implementación eficiente del proyecto con la participación de especialistas de 12 países de la región latinoamericana.

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

Participación de cinco colaboradores en la primera reunión de coordinación de RLA/7/021 (ACRCAL CXXVII): “Uso de isótopos ambientales y de herramientas hidrogeoquímicas para la evaluación del impacto de la contaminación por actividades agropecuarias y domésticas en la calidad del agua subterránea”, del 22 al 26 de febrero del 2016, con la finalidad de evaluar las capacidades reales y necesidades de los países participantes, para la implementación eficiente del proyecto.

Participación de Ms. Yolanda Solís Alvarado en el “Training Course on Principles and Applications of Isotope Hydrology Methods” desarrollado del 10 al 21 de octubre de 2016, en Vienna International Centre, IAEA, Viena, Austria.

Participación de Ms. Blanca Carteño Martínez en el curso de capacitación: “Procesos geoquímicos y contaminación de acuíferos sedimentarios en ecosistemas urbanos y agrícolas” del 21 al 25 de noviembre 2016, desarrollado en el Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina.

Participación de Ms. Blanca Carteño Martínez en el curso de capacitación: “Uso de isótopos estables y radiactivos en la evaluación de la dinámica y contaminación de aguas subterráneas”, del 28 de noviembre al 2 de diciembre 2016, desarrollado en el Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina.

2. PARTICIPACIÓN DEL COORDINADOR NACIONAL EN LAS ACTIVIDADES DE ARCAL

La Coordinadora Nacional participó en la reunión de Grupo Directivo que se llevó a cabo del 20 al 22 de abril, en Viena, Austria, en dicha reunión se elaboró la agenda para la subsecuente reunión del OCTA, se establecieron los temas y la conformación del trabajo que realizarían los Grupos de Trabajo para la reunión del OCTA, se revisaron los informes, el plan de actividades y los manuales.

También participó en la XVII Reunión del OCTA que se llevó a cabo en Viena, Austria, del 25 al 29 de abril de 2016 en la cual se presentó el Manual de Usuario de la Plataforma de Comunicación de ARCAL, se presentó el informe de la Secretaría sobre las actividades en el 2015 en el que destacó el aviso de la Prórroga del Acuerdo ARCAL por un periodo de 5 años. Y se realizó un trabajo intenso de los grupos en comunicación, alianzas estratégicas, entre otros temas.



ARCAL

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

Participó en la reunión del ORA el 27 de septiembre de 2016 en la que se presentaron las actividades realizadas por el ORA, el informe de actividades realizadas por el OCTA, el informe de la Secretaría correspondiente a 2015, la lista de proyectos para el ciclo 2018-2019 y el plan de actividades. Asimismo, se presentó la estrategia diseñada por el OIEA y sus Estados Miembros para combatir al Zika en la región.

El 29 de septiembre de 2016, la Coordinadora Nacional de ARCAL en México participó en su carácter de vicepresidenta en la Reunión Cuatripartita que se llevó a cabo en el marco de la 60 Conferencia General del OIEA. En dicha ocasión participaron representantes de los acuerdos AFRA, ARASIA, ARCAL y RCA y se aprobó el Concept Paper elaborado por AFRA en el que se establece al Foro Cuatripartita y sus mecanismos de acción. Cada representante ofreció diversas formas en las que podrían colaborar con los demás Acuerdos.

La Coordinadora Nacional de ACAL en México participó en el Taller de diseño de proyectos regionales en Viena, Austria, del 31 de octubre al 4 de noviembre de 2016 como líder del área de tecnología de las radiaciones. Posterior a esta reunión se llevó a cabo la Reunión del Grupo de Trabajo 4, Seguimiento y Evaluación, del 7 al 11 de noviembre en esa misma ciudad. En esa reunión se revisó el mecanismo que se establecería para realizar la evaluación y el monitoreo de los proyectos y revisar con ello el cumplimiento del PER 2016-2021.

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

1.- RLA1012 “Desarrollo de un programa de creación de capacidad para asegurar el funcionamiento sostenible de los reactores de investigación nuclear mediante la capacitación del personal”

Se incorporó a un maestro de la Escuela Superior de Física y Matemáticas y a uno de la Universidad Autónoma de Zacatecas, a la elaboración de un programa experimental para la utilización del reactor TRIGA Mark-III como una herramienta de enseñanza para alumnos de las maestrías en Ciencias Nucleares, de sus respectivas instituciones.

Se elaboró el siguiente programa para la enseñanza usando el reactor TRIGA Mark-III.

- a) Descripción del reactor TRIGA Mark-III
 - b) Experimento 1. Determinación del Exceso de Reactividad y margen de apagado.
 - c) Experimento 2. Operación del reactor de baja a plena potencia.
 - d) Experimento 3. Calibración de barras de control
 - e) Experimento 4. Acumulación de venenos y cálculo de actividad de una muestra irradiada.
 - f) Experimento 5. Determinación cualitativa de un material de referencia por análisis por activación.
- Dentro de las dificultades encontradas en este proyecto es que están realizando las actividades para la obtención de una nueva licencia de operación y hay varios proyectos importantes en el Departamento del Reactor, como lo es el de Modernización del Reactor, que comprende el cambio de la instrumentación y control, el sistema de ventilación, el de enfriamiento, acreditación



ARCAL

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

de análisis por activación, etc. Esto ha originado que el personal del departamento tenga múltiples ocupaciones y no disponga del suficiente tiempo para dedicárselo al proyecto.

2.- RLA1013 “Creación de expertos en el uso de la tecnología de la radiación para mejorar el desempeño de la industria, el desarrollo de nuevos materiales y productos, así como reducir el impacto ambiental”

Componente Procesamiento por Irradiación

La participación en la actividad “Curso de formación básica para establecer un control de calidad en los protocolos de dosimetría y definir protocolos de evaluaciones comparativas para irradiadores industriales” contribuye a la planeación y desarrollo de otras actividades nacionales dirigidas al cumplimiento en 2019 del indicador “5 nuevos productos basados en polímeros naturales obtenidos por medio de irradiación.”

De manera inmediata, los nuevos conocimientos actualizados o adquiridos en el taller podrán mejorar el servicio de irradiación que se presta a cerca de 300 empresas usuarias en el ININ.

Componente Tecnología de Radionúclidos

La participación en las actividades “Curso Nacional de Entrenamiento sobre la Aplicación de Estudios de Distribución del Tiempo de Residencia”, Curso Regional de Capacitación sobre Estudios de la Aplicación de Tiempo de Residencia Distribución (RTD) y la donación del sistema de adquisición de datos y cuatro detectores de centelleo, contribuirán a la planeación y desarrollo de otras actividades nacionales dirigidas al cumplimiento en 2019 del indicador “10 compañías que realicen experimentos para la optimización de sus procesos y 10 tecnólogos certificados en el uso de la tecnología de radioisótopos”.

De manera inmediata, los nuevos conocimientos actualizados o adquiridos en ambos cursos y el equipo donado podrán ser usados para ampliar o mejorar servicios a la sociedad en temas de radiotrazado.

De acuerdo con información de Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y de la Comisión Nacional de Agua, a diciembre de 2014, en México existían alrededor de 779 plantas municipales de potabilización y de tratamiento de aguas residuales en operación, 37 más que en 2013. Sólo en el Estado de México, entidad federativa en la que se encuentra el ININ, existen alrededor de 11 plantas potabilizadoras con una capacidad instalada de 22,164 l/s y un caudal potabilizado de 16,739 l/s, así como 148 plantas municipales de tratamiento de aguas residuales en operación con una capacidad instalada de 9,075 l/s y un caudal tratado de 6,865.9 l/s. Considerando que la Aplicación de Estudios de Tiempo de Residencia Distribución (RTD) pueden ayudar en la optimización de este tipo de plantas, existe un potencial enorme de esta aplicación en el país, teniendo en cuenta que la carencia de servicios de agua potable y saneamiento es factor de pobreza y también de riesgo para la salud de la población.

3.- RLA2015 “Apoyo a la elaboración de Planes Nacionales de Energía con el fin de satisfacer las necesidades energéticas en los países de la región, haciendo uso eficaz de los recursos a mediano y largo plazo”

En el primer año del Proyecto RLA/2/015, con la convocatoria para participar en los cursos virtuales de entrenamiento, se incluyó a personal que difícilmente tiene acceso a estas actividades, como lo es el personal del CENAGAS e incluso de la CRE o CFE, quienes desconocían completamente las herramientas que provee el OIEA para la planificación energética. De esta manera, ampliamos las oportunidades de participación en el Proyecto a expertos en temas ambientales, económicos y tecnológicos, sobre todo de aquellas áreas en las que tenemos información escasa. Con el grupo de trabajo del ININ y en sí, del Proyecto, se reflejó la misma situación, sin embargo con apoyo del CP y de colegas



ARCAL

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

quienes también han usado las herramientas del OIEA y expertos en temas de economía de la energía, se han reforzado y retroalimentado los estudios realizados.

De la reunión de coordinadores del Proyecto, llevada a cabo en la ciudad de Buenos Aires, Argentina, se elaboró el informe final de la reunión de coordinadores, en donde se plantearon los lineamientos a seguir para el desarrollo del Proyecto, detallando el programa de actividades para el bienio que dura, proponiendo sedes para albergar los cursos presenciales y las reuniones para presentar resultados. Se acordó la elaboración de un documento técnico que será publicado por el OIEA, para lo cual, se definió la estructura que presentará dicho documento, conteniendo los resultados de los análisis de demanda y suministro de energía, así como de los impactos medio ambientales y estudios financieros.

Para el estudio de demanda energética, utilizando la herramienta MAED, se realizó el análisis en los sectores económicos de la agricultura, construcción, minería, manufactura, transporte, residencial y de servicios, considerando un periodo de ocho años (2015-2050), tomando el 2012 como año base. Para la proyección de la demanda de energía, se consideraron cuatro escenarios que asumen un comportamiento futuro del consumo final de los energéticos, así como de la evolución socio-económica del país:

- “Escenario tipo Business as Usual”
- “Escenario con disminución en la tasa de crecimiento del PIB y en la producción del sector manufacturero”
- “Escenario con incremento en la tasa de crecimiento del PIB y en la producción del sector manufacturero”
- “Escenario con incremento en la tasa de crecimiento del PIB y en los sectores manufacturero y de servicios”.

Además, los oficiales y expertos del OIEA, dieron sus recomendaciones sobre el estudio realizado, para así elaborar el informe final sobre el estudio de la demanda de energía en México, que será incluido como un capítulo en el documento técnico que publicará el OIEA.

Dentro del estudio sobre el suministro de energía, implementado MESSAGE, se toma como base, la demanda de energía resultante del escenario “Business as Usual”, a un periodo de ocho años (2015-2050). A la fecha se continúa elaborando el estudio, en el que se pretende modelar las nueve regiones de control, las cuales suministran la energía eléctrica requerida en México. Esta actividad deberá ser concluida en el mes de abril, entregando el informe correspondiente a los oficiales del OIEA y en su caso, posteriormente presentar los resultados en la reunión que tendrá como sede la ciudad de La Habana, Cuba, en el mes de mayo.

Respecto al desarrollo de indicadores energéticos, como resultado de la reunión celebrada en la ciudad de Asunción, Paraguay, se acordó elaborar un documento de indicadores energéticos, que forman parte de la metodología del OIEA antes mencionada, los cuales serán incluidos en el capítulo correspondiente al país, en la publicación final. (Ver Anexo ISED/EISD).

Entre las dificultades encontradas es que durante el curso virtual de MAED, se expusieron algunas problemáticas en su uso debido a que quienes participamos en él, utilizamos por primera vez la nueva interfaz hombre-máquina del modelo MAED, y que si se consulta su Manual de Usuario, habrá discrepancias al no presentar contenido que considere la versión actual de su funcionamiento.



ARCAL

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

5.- RLA5065 “Mejora de los sistemas de producción agrícola mediante la eficiencia del uso de los recursos”

Entre los principales resultados obtenidos en este proyecto se encuentra la selección de tres cepas de hongos micorrízicos arbusculares (incremento de 3% de la P-absorción) y tres cepas bacterianas (incremento en la actividad radical hasta el 25%) con capacidades metabólicas de promoción del crecimiento vegetal hacia una reducción de la fertilización N en 15-25%.

Entre los posibles problemas que se encontraran en este proyecto está el ensayo de validación de la interacción de las tecnologías seleccionadas con el uso de la técnica isotópica del ^{15}N bajo condiciones de campo para lo cual es necesario disponer de 3.5kg de sulfato de amonio enriquecido con 5% ^{15}N átomos en exceso, así como la recuperación del generador de alta frecuencia del espectrómetro de emisión NOI-6e que tiene 26 años de uso.

6.- RLA5068 “Mejorar el rendimiento y el potencial comercial de los cultivos de importancia económica”

Mutagénesis en trigo para el desarrollo de una línea avanzada con resistencia a altas temperaturas.

- Aspectos generales:

Densidad de siembra utilizada: 120 Kg/ha.

Dosis de radiación efectiva: 100-300 Gy.

Razón de dosis en irradiador LGI-01, transecto: 907.39 Gy/h

Variedad utilizada: Cirno 2008.

La semilla se recibió el día 16 de octubre de 2016 y se procedió a su limpieza debido a la presencia de gorgojo del grano (*Sitophilus granarius*), el día 26 de octubre del mismo año se procedió a realizar el envío de la semilla al Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) al Dr. Eulogio de la Cruz Torres, quien fue responsable de la irradiación de las semillas el día 18 de noviembre de 2016 a dosis de 50 Gy a 600 Gy en intervalos de 50, para las cantidades de 100 Gy a 300 Gy se mandaron 1.5 kg de cada dosis y para el resto 150 semillas, a una dosis de 907.39 Gy por hora en el irradiador LGI-01, transelektro. El día 24 de noviembre se recibió la semilla y se preparó material para iniciar la prueba de radiosensibilidad *in vitro* y el montaje en campo.

- Estudio de radiosensibilidad *in vitro*:

Para su realización se procedió utilizaron semilleros frigocel de 128 cavidades, cada una de estas con una dimensión de 3.6 cm por 3.6 cm por 7.6 cm de profundidad, como sustrato se utilizó una mezcla de suelo (25 %) y PROMIX GTX (75 %), ambas cantidades en relación a su volumen. Se sembró el día 25 de noviembre de 2016 utilizando tratamientos desde Control hasta 600 Gy en intervalos de 50 Gy, utilizando 20 plantas por dosis para su posterior análisis durante 30 días (Figura 1), de la cantidad anterior se procedió a tomar las 10 plantas más homogéneas mediante un análisis unidimensional e identificación de valores atípicos para realizar el estudio de porcentaje de germinación (Gráfico 1), porcentaje de sobrevivencia (Gráfico 2) y la altura de la planta (Gráfico 3).



ARCAL

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

En el gráfico 1 se observó el patrón buscado a pesar de obtener datos anormales en las dosis de radiación de 150, 200, 250, 350, 400, 450 Gy los cuales eran mayores o menores a lo idóneo, esto debido a pudo haber ocurrido debido a que pudo haber ocurrido un error en el manejo de la semilla.

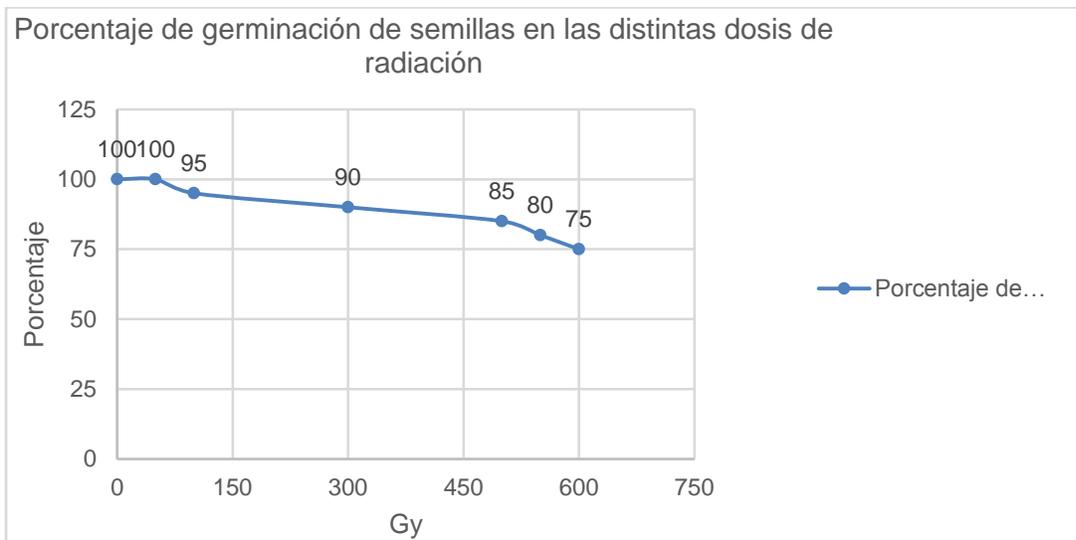


Gráfico 1 Porcentaje de germinación de semillas irradiadas desde control hasta 600 Gy en intervalos de 50 Gy.

En el gráfico 2 se estudió el porcentaje de sobrevivencia que obtuvieron las plantas a lo largo de su estudio, en el cual a su vez se expresó el problema de datos anormales en algunas dosis, y en el caso de 600 Gy se debió a que una de las 20 plantas sobrevivieron en el periodo de 30 días.



ARCAL

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

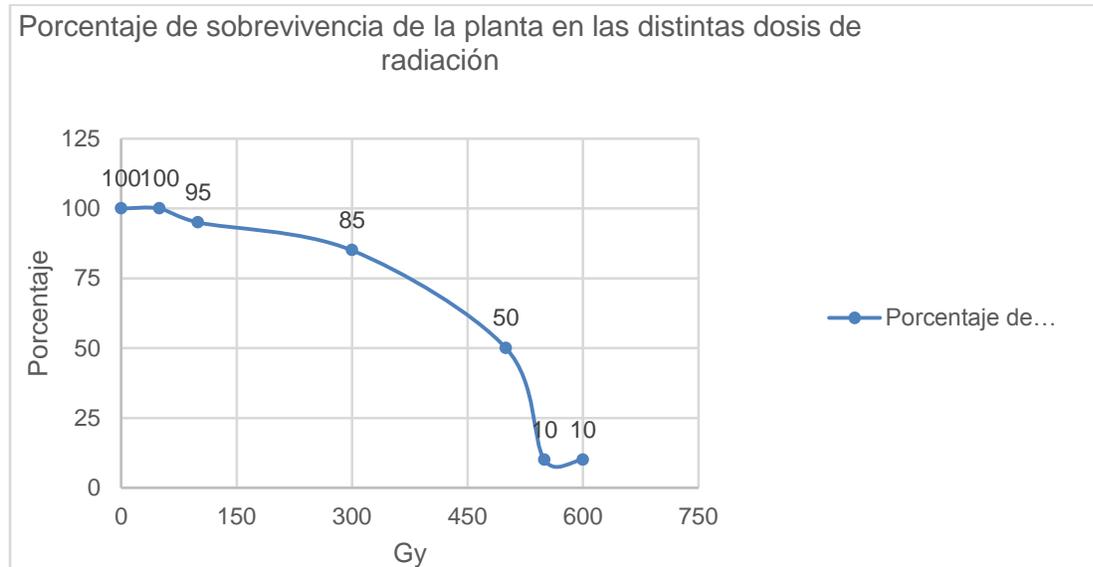


Gráfico 2 Porcentaje de sobrevivencia de las plantas irradiadas desde control hasta 600 Gy en intervalos de 50 Gy

En el gráfico 3 se observaron las alturas de los promedios de las plantas por cada una de las radiaciones, en la dosis de 600 Gy se obtuvo un valor de 5.45 debido a la planta que sobrevivió y manteniendo las irregularidades en las dosis anteriormente mencionadas.

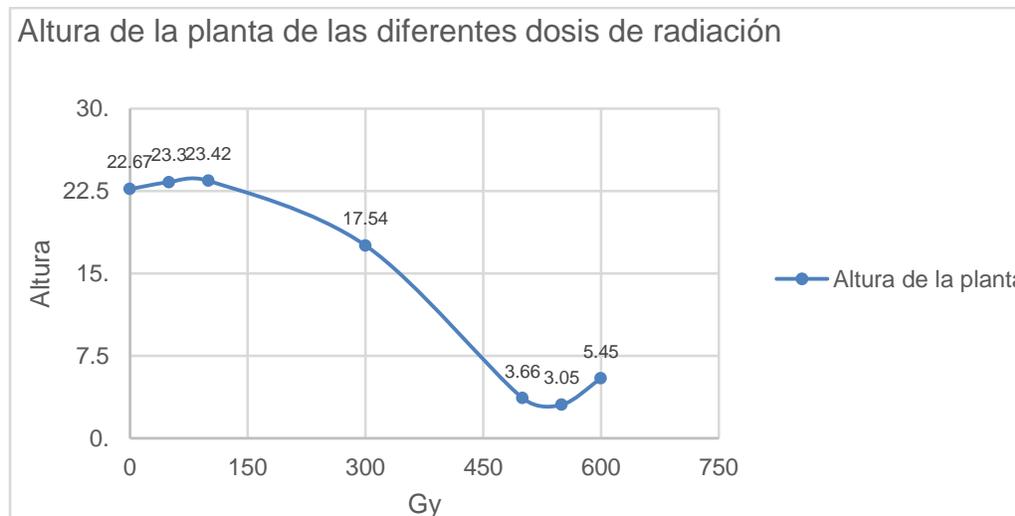


Gráfico 3 Altura de las plantas irradiadas desde control hasta 600 Gy en intervalos de 50 Gy

Estos fueron los datos obtenidos de la realización del estudio de radiosensibilidad *in vitro*, en el mes de febrero del 2017 se inició otro ensayo de radiosensibilidad más estricto, en el cual se tomarán en cuenta el porcentaje de germinación, porcentaje de sobrevivencia y longitud de parte aérea y radicular.

Porcentaje de germinación

Se llevará a cabo utilizando 3 repeticiones de 100 semillas colocando el embrión hacia arriba, cada una separadas por un espacio uniforme sobre la mitad superior de la toalla de papel (Figura 2), se cubre y se



ARCAL

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

moja, posteriormente se enrolla las toallas y se coloca en un recipiente cerrado y se evaluará a los 3, 5,7 y 10 días posteriores al inicio de la prueba, se determinarán las plántulas normales, anormales y semillas no germinadas en cada repetición de 100 semillas, se elaborará para el control, 100,200 y 300 Gy.

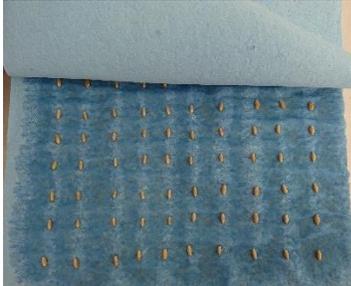


Figura 2 Montaje de la prueba de germinación

Porcentaje de sobrevivencia

Se realizará utilizando 3 repeticiones de 100 semillas en semilleros frigocel de 128 cavidades, se evalúa a los 30 días y se determina el número de plantas sobrevivan, colocando el embrión de la semilla hacia arriba para facilitar su desarrollo (Figura 3).



Figura 3 Semilla colocada en semillero con el embrión hacia arriba

Altura de la parte aérea y radicular

Se llevará acabo usando 3 repeticiones de 10 semillas, montado en toallas de papel entre 2 paneles de acrílico y cada una de las semillas es separada mediante cable para evitar cualquier cruzamiento de raíces entre las plántulas, se evaluará a los 30 días posteriores a su montaje (Figura 4).



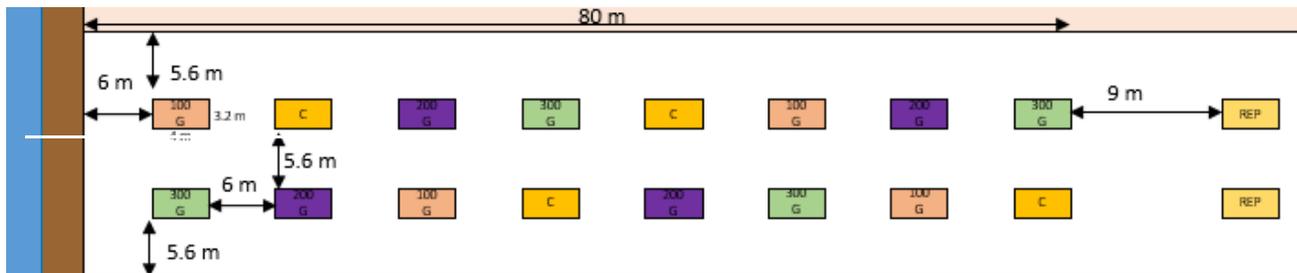
□ Diseño experimental en campo

Se montó el día 28 de noviembre de 2016 y se fertilizo al día siguiente.



ARCAL

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



Se trató con clorotalonil a una dosis de 1.5 L/ha y 150 mL de rodamina (Figura 6), se dejó secar y se almaceno para su posterior siembra a una densidad de 120 Kg/ha.



Resultados en campo

7.- RLA5069 “Mejora de la gestión de la contaminación de los contaminantes orgánicos persistentes para reducir el impacto en las personas y el medio ambiente”

Hasta el momento el impacto ha sido positivo debido a que durante la primera reunión se estableció el plan de trabajo a seguir para el buen desarrollo del proyecto, así mismo se definieron los elementos COP's a ser analizados en leche materna. Y los parámetros a considerar para elegir la zona de estudio. Considerando dicha información se eligió como zona problema al Municipio de Villa Guerrero Estado de México, debido a la actividad florícola y al uso recurrente de plaguicidas. Para la segunda reunión se abordaron los aspectos principales para realizar un análisis de riesgo. Dicha información tuvo también un impacto positivo debido a que nos permitió identificar varios factores a considerar durante el desarrollo del proyecto en la zona de estudio.

Durante la primera reunión de coordinación hubo necesidad de hacer una revisión detallada del marco lógico y del plan de trabajo originalmente aprobado por el OIEA. Estas modificaciones fueron necesarias a fin de asegurar el cumplimiento de todos los objetivos propuestos para el proyecto. En el proyecto RLA/5/069 participan 10 países, y todos estuvieron presentes en la primera reunión de coordinadores, y son los siguientes: Argentina, Bolivia, Colombia, Costa Rica, Chile, República Dominicana, Guatemala, México, Paraguay y Uruguay. Se siguió la Agenda propuesta por el país líder del proyecto y el Oficial Técnico.

Fueron realizadas presentaciones por parte del PMO y el TO de la OIEA sobre los requisitos y procedimientos relacionados con la gerencia administrativa y técnica del proyecto, y por parte de la DMT, la presentación de la matriz del marco lógico, los criterios para la participación en las actividades y la preparación del plan de trabajo. De acuerdo al mismo, las contrapartes hicieron presentaciones reflejando sus capacidades analíticas, señalando facilidades técnicas de equipamiento y personal como sus debilidades, así como también datos relacionados a la problemática de cada país, referentes a los daños



ARCAL

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

producidos por los COPs, entre otros. Además, se realizaron visitas a laboratorios de SAG- Ministerio de Agricultura y Ganadería de Chile. Fueron realizados resúmenes diarios de las actividades, durante la reunión se organizaron grupos de Coordinadores para las diferentes actividades

De acuerdo al plan de trabajo elaborado, se identificaron las diferentes actividades a incluir en el proyecto regional necesarias para alcanzar los objetivos esperados, incluyendo análisis de riesgos, vías de acceso, los muestreos, validación de métodos analíticos. Las fechas de ejecución de las actividades propuestas fueron definidas según avance del proyecto.

En relación a las muestras de leche humana, se analizarán sólo muestras individuales, no así de pool (mezclas o muestras compuestas). En el caso de recurrir a Bancos de Leche habrá que considerar esta situación particular en la individualización de las muestras.

Las sustancias COPs a medir serán :

Endosulfan

Aldrin

Clordano (total) alpha-clordano (α -clordano) gamma-clordano (γ -clordano) oxi-clordano

Dieldrin

DDT (total) *o,p'*-DDD y *p,p'*-DDD *o,p'*-DDE y *p,p'*-DDE *o,p'*-DDT y *p,p'*-DDT

Endrin (total) Endrin Endrin ketone

Heptacloro (total) Heptacloro Heptacloro epóxido (*cis*) Heptacloro expóxido (*trans*)

Hexaclorobenceno (HCB)

Mirex

Indicadores de PCB IUPAC # 28 IUPAC # 52 IUPAC # 101 IUPAC # 118 IUPAC # 138 IUPAC # 153

IUPAC # 180

PCB semejantes a las dioxinas

non-orto

PCB 3,3',4,4'-TeCB (PCB 77) 3,4,4',5'-TeCB (PCB 81) 3,3',4,4',5'-PeCB (PCB 126) 3,3',4,4',5,5'-HxCB (PCB 169)

mono-orto

PCB 2,3,3',4,4'-PeCB (PCB 105) 2,3,4,4',5'-PeCB (PCB 114) 2,3',4,4',5'-PeCB (PCB 118) 2',3,4,4',5'-PeCB (PCB 123) 2,3,3',4,4',5'-HxCB (PCB 156) 2,3,3',4,4',4'-HxCB (PCB 157) 2,3',4,4',5,5'-HxCB (PCB 167) 2,3,3',4,4',5,5'-HpCB (PCB 189)

Sin embargo, cada país de acuerdo a su infraestructura y capital humano definió el número de compuestos a analizar.

Se acordó que al concluir los talleres de vías de exposición de la contaminación y el taller de evaluación de riesgo, se determinarán las muestras de estudio y así como la cantidad para asegurar la representatividad estadística del estudio.

En base a estos planes de trabajo y a las discusiones llevadas a cabo durante las sesiones de trabajo se logró consensuar los consumibles, insumos, estándares y reactivos necesarios para el proyecto para los diez países, además de las diferentes actividades distribuidas entre el 2016 y 2019, en concordancia con el presupuesto designado de acuerdo a lo programado. Se compartió información de la herramienta PCMF de la IAEA, con los coordinadores de modo que se tenga acceso a toda la información cuando se necesite.



ARCAL

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

El PMO actualizó información respecto a los roles de los distintos intervinientes del proyecto referente a la metodología de seguimiento. Para finalizar se formaron grupos de trabajo para la realización del Informe final.

Como parte de las actividades en México, se comenzó con un estudio piloto en la zona de Villa Guerrero en el 2016, en donde se colectaron muestras de leche materna que se tienen almacenadas a -20°C , para ser analizadas. Para el 2017 se ha comenzado con la recolección y entrevista de las mamás susceptibles de donar muestra.

8.- RLA5070 “Fortalecimiento de las medidas de vigilancia y control de la mosca de la fruta utilizando la técnica de los insectos estériles en un enfoque amplio e integrado de manejo de plagas para la protección y expansión de la producción hortícola”

Se lograron establecer los temas centrales de interés de los países participantes, tales como conocer la situación de las moscas de la fruta en América Latina, fortalecimiento de los sistemas de vigilancia y capacidad de respuesta, se identificó como tema prioritario la capacitación en taxonomía incluyendo métodos avanzados utilizando técnicas moleculares.

Se determinó que existe una marcada deficiencia a nivel regional en sistemas de vigilancia contra moscas de la fruta no-nativas de importancia cuarentenaria y en capacidad de respuesta a entradas de plaga.

Con la implementación del proyecto se logró iniciar con las gestiones para llevar a cabo un taller de actualización para la implementación de un Plan de Emergencia para moscas de la fruta del género *Bactrocera*.

Con el financiamiento para la inscripción al XXV Congreso Internacional de Moscas de la Fruta en el Centro Internacional de Capacitación con sede en Metapa de Domínguez, Chiapas, de los participantes de 18 países, México confirma su liderazgo a nivel internacional en el tema de los Programas de Moscas de la Fruta, consolidando el Centro de Capacitación y Colaboración de Moscas de la Fruta en coordinación con el Organismo Internacional de Energía Atómica.

Existe una contribución destacable de México para el Proyecto, toda vez que se brindaron las facilidades para que 3 expertos brindaran asesoría y capacitación en República Dominicana y Brasil, con lo que se resaltan las áreas de oportunidad que tiene el grupo de expertos mexicanos para el apoyo y la transferencia de conocimiento, realizándose una contribución en especie.

9.- RLA5071 “Disminución de la tasa de infestación de parásitos de las ovejas”

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

Entre los impactos están:

1. Es la primera vez que se establece un programa de detección de parásitos en ovinos y caprinos del estado de Puebla, México, en donde al 100% de las fincas no se les había hecho exámenes parasitológicos ni Metabolómica.
2. Se estableció un programa de diagnóstico parasitario y desparasitación de los animales



ARCAL

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

3. Se realizó un tamizaje parasitario en zonas peri-urbanas del Estado de Puebla
4. Se realizó el estudio parasitario y se detectó que los parásitos con mayor prevalencia son: *Trycostrongylus* spp con 43%. *Haemonchus contortus* 35.2%, *Strongylus* spp 13%, *Trichuris* spp 8.8%.
5. Para este trabajo se colectaron 852 muestras de fincas dedicadas al sistema de traspatio (Backyard) en un 72% y sistema extensivo de 28%.

Por lo tanto se obtuvieron los siguientes resultados:

- 1- Se realizó el estudio parasitario y se detectó los parásitos con mayor prevalencia: *Trycostrongylus* spp con 43%. *Haemonchus contortus* 35.2%, *Strongylus* spp 13%, *Trichuris* spp 8.8%
- 2- Para este trabajo se colectaron 852 muestras de fincas dedicadas al sistema de traspatio (Backyard) en un 72% y sistema extensivo de 28%. (Abril- Noviembre-2016)
- 3- Estamos determinando la Metabolómica de los animales en relación al tipo de parásitos, para esto se están determinando 7 parámetros metabólicos y estos resultados incorporarlos al proyecto por parte de México, ya que se han obtenido resultados muy significativos
- 4- Con este estudio se están generando recursos humanos en el grado de licenciatura, maestría y doctorado.

10.- RLA6072 “fortalecimiento de la Capacitación de los Recursos Humanos en Radioterapia”

Entre los principales logros obtenidos se encuentra que lo aprendido en el curso en Costa Rica impactará en toda la población de nuestro hospital que reciba radiaciones ionizantes como parte de su protocolo de tratamiento, por lo cual esto impactará en alrededor de 140-150 pacientes vistos anualmente en este servicio de radioterapia."

(Este es del curso de radioterapia pediátrica el seleccionado fue el Dr. Heynar Pérez Villanueva, Jefe de Radioterapia del Hospital Infantil de México "Federico Gómez".

Sobre el curso de Radiobiología fueron dos seleccionadas del Instituto Nacional de Cancerología y esto impactará a los 5000 pacientes promedio que irradiamos anualmente, (ya que esta materia Radiobiología es imprescindible en nuestro tratamiento).

11.- RLA6074 “Apoyo al desarrollo de radiofármacos de producción regional para la terapia de cáncer dirigida mediante el intercambio de capacidades y conocimientos y el mejoramiento de las instalaciones, la creación de redes y la capacitación”

Los beneficios que recibió México al participar en este proyecto fueron:

- Conocer la situación de la región para poder aprovechar los recursos disponibles y mejorar las comunicaciones entre los países participantes para promover la cooperación.
- Armonizar guías de acuerdo a las distintas experiencias y normatividad tanto de los países productores, como de los países usuarios de dichos productos.
- Capacitación de recursos humanos en las distintas áreas involucradas en el desarrollo y producción de radiofármacos terapéuticos.
- Con los cursos impartidos se tiene más clara la estructura y contenido de protocolos de validación y calificación, no sólo para el caso de la producción de radiofármacos, sino para otros procesos dentro del ININ que implican dichas etapas (calificación y validación), esto permitirá la homologación de la información así como de la estructura de dichos protocolos no solo a nivel institucional sino a nivel



ARCAL

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

Latinoamérica con los países participantes. La información proporcionada permitirá al ININ dar cumplimiento con la normativa tanto nacional como internacional aplicable a cada uno de los procesos, tal es el caso de la Planta de Producción de Radiofármacos.

- La intercomparación de medición de actividad de radionúclidos terapéuticos aportó una visión de la situación del laboratorio secundario participante del país dentro de la región.

- La identificación de las vías disponibles para envío de material radiactivo en la región.

Ante los resultados de este proyecto y la participación de México como un país de referencia en el desarrollo y producción de radiofármacos terapéuticos, el ININ queda a disposición para recibir a becarios que deseen hacer estancias de capacitación, de acuerdo a las necesidades de cada país de la región, en las distintas áreas involucradas.

- Durante la ejecución del proyecto México recibió 2 mamparas para la producción de radiofármacos de Lu-177.

- Como parte de los resultados se han desarrollado y producido los siguientes radiofármacos de terapia:

*Anti-CD20 que se marca con I-131 o Lu-177 (Para el tratamiento de Linfoma no Hodgkin).

* ¹⁷⁷Lu-DOTA-TOC: Tratamiento de tumores de origen neuroendocrino. * ¹⁷⁷Lu-DOTA-iPSMA: Tratamiento de tumores metastásicos de cáncer de próstata. * ¹⁷⁷Lu-DOTA-RGD: Tratamiento de tumores con sobreexpresión de integrinas (angiogénesis).

* ¹⁷⁷Lu-DOTA-RGD-iPSMA: Tratamiento de tumores con sobreexpresión de PSMA y/o

integrinas.

Además de los que ya se producían de manera rutinaria:

*Metayodobencilguanidina MIBG-I-131: Radiofármaco para la detección y tratamiento de tumores derivados de la cresta neural y sus metástasis.

* ¹⁵³Sm-EDTMP: Tratamiento paliativo de dolor en pacientes de cáncer de mama, próstata o pulmón, que desarrollaron metástasis óseas.

* ¹⁵³Sm-Macroagregados de Hidróxido de Samario (¹⁵³Sm-MH): Radiofármaco para sinovectomía por radiación en pacientes con artritis avanzada.

Las principales experiencias aprendidas de la ejecución del proyecto fueron: Este proyecto ha permitido identificar las fortalezas y debilidades de cada país, lo que ha proporcionado la capacidad de formar grupos que estimulen las capacidades de cooperación internacional en la región.



ARCAL

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

Tal es el caso de la intercomparación de medición de actividad de radionucleidos terapéuticos, cuyo grupo de instituciones organizadoras quedó con la firme intención de seguir realizando estos ejercicios tratando de involucrar a más participantes.

12.- RLA6075 “Apoyo diagnóstico y tratamiento de tumores en pacientes pediátricos”

Hay resultados muy enriquecedores a los conocimientos de los profesionistas en el área pediátrica, puesto que están ampliando su experiencia para la realización de sus actividades con pacientes pediátricos con un punto de vista más objetivo y de mayor calidad para los tratamientos y diagnósticos de enfermedades presentes. Cabe mencionar que al igual que los años pasados hubo mucha demanda de médicos que querían participar, que por obvias razones no todos puedes ser elegibles, querían asistir a los cursos regionales pero por motivos de logística y de planeación solo se aceptan los más aptos y que no hayan tenido ninguna participación dentro del mismo proyecto para homogeneizar los conocimientos, Por otro lado, dado que solo hay cupo limitado el filtro es muy riguroso, la dificultad de la selección fue dejar fuera a muchos médicos capaces de asistir.

13.- RLA6077 “Toma de Acciones Estratégicas para el Fortalecimiento Capacidades en el Diagnóstico y Tratamiento del Cáncer con un Enfoque Integral”

Como parte de las actividades a desarrollar relacionados con el presente proyecto en materia de integrar, desarrollar y poner en marcha sistemas de gestión de calidad en las áreas de radiodiagnóstico con rayos X, medicina nuclear y radioterapia se ha integrado a instituciones como: Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias Ismael Cosío Villegas, Hospital Regional de Alta Especialidad de Ixtapaluca, Hospital General Naval de Alta Especialidad, el Instituto Nacional de Cancerología y el Centro Médico Nacional “20 de Noviembre” del ISSSTE principalmente. Asimismo, se ha adoptado la estrategia de invitar a sumar esfuerzos a todos aquellos hospitales que se encuentran en el interior de la República Mexicana, como es el caso del Hospital Infantil Teletón de Oncología, entre otros.

Por otro lado, con respecto a la formación del recurso humano son 15 profesionales, de 12 instituciones de salud diferente, que han participado en los cursos y talleres del presente proyecto.

Asimismo el número de pacientes beneficiados por el desarrollo del presente proyecto se contabilizan en:

Radiodiagnóstico por rayos X: 13,924

Medicina Nuclear e Imagen Molecular: 1,347

Radioterapia: 365

Derivado de que se trata de un cambio de cultura durante este primer año de proyecto, los resultados obtenidos difieren aún mucho de la población de pacientes en nuestro país. Sin embargo, es un buen principio para continuar en el avance del mismo, e integrar a más profesionales, instituciones y autoridades a sumarse a aportar, contribuir y desarrollar las estrategias necesarias para “mejorar la cantidad y calidad de los recursos humanos existentes (físicos médicos, oncólogos, médicos nucleares, radiólogos, radio-oncólogos y tecnólogos) en el uso de tecnologías avanzadas para el diagnóstico y



ARCAL

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

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”.

Es necesaria la integración de más profesionales, pero sobre todo la integración de las Autoridades Sanitarias y Reguladoras que permitan desde un marco legal implementar mejoras en capacitación, entrenamiento y profesionalización del recurso humano.

14. RLA7018 “Mejorar el Conocimiento de los Recursos de Aguas Subterráneas para Contribuir a su Protección, Gestión Integrada y Gobernanza”

Los principales impactos de las actividades del proyecto en México pueden resumirse de la siguiente manera:

1. Participación de los grupos involucrados en un proyecto líder a nivel internacional que pretende mejorar el conocimiento de los recursos hídricos subterráneos con el fin de contribuir a su protección, manejo integrado y gobernanza.
2. Dar a conocer los avances alcanzados en México por parte de los grupos involucrados a los países participantes del proyecto.
3. Adquisición de equipos de medición in situ que facilitarán la toma de datos para la futura implementación de la segunda fase del proyecto.
4. Capacitación del equipo colaborador mexicano sobre gestión y manejo de acuíferos a través de la participación en el Curso Regional que sobre el tópico fue organizado durante 2016.

Los principales resultados del proyecto en México pueden resumirse de la siguiente manera:

1. Enriquecimiento del conocimiento del equipo mexicano con las experiencias presentadas por las contrapartes sobre protección, manejo integrado y gobernanza de los recursos hídricos subterráneos.
2. Adquisición de equipos de medición in situ que facilitarán la toma de datos para la futura implementación de la segunda fase del proyecto.
3. Capacitación del equipo colaborador mexicano sobre gestión y manejo de acuíferos a través de la participación en el Curso Regional que sobre el tópico fue organizado durante 2016.

15.- RLA7021 “Uso de isótopos ambientales e instrumentos hidrogeoquímicos convencionales para evaluar el impacto de la contaminación de las actividades agrícolas y domésticas sobre la calidad del agua subterránea”

Las actividades del proyecto benefician directamente a la zona metropolitana más importante del estado de Morelos, México. La cual cuenta con una población de un millón de habitantes, que dependen de la única fuente de abastecimiento de agua que es el acuífero de Cuernavaca, el cual en los últimos años ha experimentado cambios en calidad y cantidad, a causa de la explotación intensiva de agua subterránea.

Las actividades permitieron identificar y cuantificar los constituyentes de origen natural y antrópico que afectan la calidad del acuífero, y coadyuvarán en la evaluación y mejora de los programas de exploración,



ARCAL

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

explotación, abastecimiento y saneamiento que llevan a cabo la Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente del Estado de Morelos (CEAMA) y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), que son los organismos estatal y federal encargados de la administración y protección de los recursos hídricos.

Los usuarios finales de los recursos hídricos que se beneficiarán del proyecto, se estiman en un millón de habitantes para el 2017 y, de acuerdo con las tasas de crecimiento poblacional, para el año 2026 serán de un millón y medio de habitantes.

Actualmente el proyecto está en su fase inicial, habiéndose cubierto el primer año de actividades, las cuales se han orientado a establecer una red de monitoreo de la composición isotópica estable y de tritio ambiental de la lluvia, en las zonas de recarga efectiva del acuífero, habiéndose instalado 10 equipos pluviométricos, distribuidos en una red de monitoreo representativa de la recarga del acuífero. Se han determinado las composiciones isotópicas estables y de tritio ambiental en muestras mensuales ponderadas de la lluvia.

Se ha realizado la toma de muestras de agua en pozos, manantiales y corrientes superficiales para la determinación de parámetros de campo, así como del contenido de isótopos estables de hidrógeno y oxígeno, tritio ambiental, isótopos estables de nitrógeno y oxígeno en nitratos y parámetros fisicoquímicos, correspondiente a la temporada de lluvias.

Se cuenta con los resultados de campo y laboratorio de los diferentes parámetros, con excepción de los isótopos estables de nitrógeno y oxígeno en nitrato. Los cuales están en proceso de determinación en laboratorios del OIEA.

Se ha realizado la interpretación conjunta de los resultados de campo y laboratorio generados a la fecha, habiéndose obtenido el modelo conceptual hidrogeológico preliminar del acuífero Cuernavaca; mediante el cual, se establecen: el esquema de flujo, las zonas que presentan mayor contaminación por fuentes antrópicas así como las que presentan contaminación por fuentes naturales. Se han establecido las zonas donde la explotación intensiva del acuífero ha provocado la extracción de agua más profunda y mineralizada, con alto contenido de sales disueltas.

Los resultados obtenidos hasta ahora, permiten establecer las primeras conclusiones sobre el origen y distribución de los agentes químicos que deterioran la calidad del agua subterránea, así como la evolución de la calidad del acuífero de Cuernavaca en los últimos 17 años.

Una de las partes fundamentales del proyecto es obtener información de campo y laboratorio, de los parámetros que permitan la evaluación del impacto de la contaminación por actividades agropecuarias y domésticas en la calidad de las aguas subterráneas.

El análisis del contenido de isótopos estables del nitrógeno y oxígeno presentes en los nitratos de muestras de agua debe realizarse con la mayor prontitud para evitar la alteración de las muestras.

En el caso de este proyecto, el envío de muestras al OIEA para su análisis, se retrasó tres meses por problemas en la recolección de las muestras por parte de la empresa de mensajería DHL, contratada por el OIEA. Toda vez que se solucionó el problema, las muestras llegaron al OIEA en cuatro días.



ARCAL

ACUERDO REGIONAL DE COOPERACIÓN PARA LA PROMOCIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA NUCLEARES EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE**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 |
|--|--|------------------------|
| RLA1012 ARCAL CLI “Desarrollo de un programa de creación de capacidad para asegurar el funcionamiento sostenible de los reactores de investigación nuclear mediante la capacitación del personal” | Mr Fortunato Aguilar Hernández Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) Carretera México-Toluca S/N La Marquesa 52750 Municipio de Ocoyoacac, Estado de México México fortunato.aguilar@inin.gob.mx | € 11,000 |
| RLA1013 ARCAL CXLVI “Creación de expertos en el uso de la tecnología de la radiación para mejorar el desempeño de la industria, el desarrollo de nuevos materiales y productos, así como reducir el impacto ambiental” | Mr Teodoro García Medina Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) Carretera México-Toluca S/N La Marquesa 52750 Municipio de Ocoyoacac, Estado de México México teodoro.garcia@inin.gob.mx | € 24,650 |
| RLA2015 ARCAL CXLIII “Apoyo a la elaboración de Planes Nacionales de Energía con el fin de satisfacer las necesidades energéticas en los países de la región, haciendo uso eficaz de los recursos a mediano y largo plazo” | Mr Jaime Esquivel Estrada Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) Carretera México-Toluca S/N La Marquesa 52750 Municipio de Ocoyoacac, Estado de México México jaime.esquivel@inin.gob.mx | €6,000 |



ARCAL

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

| | | |
|--|--|----------|
| RLA5064 ARCAL CXL “Fortalecimiento de las estrategias de conservación del suelo y el agua a nivel del paisaje mediante el uso de isótopos innovadores de radio y estables y técnicas relacionadas” | Mr Samuel Tejeda Vega Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) Carretera México-Toluca S/N La Marquesa 52750 Municipio de Ocoyoacac, Estado de México México samuel.tejeda@inin.gob.mx | € 14,500 |
| RLA5065 ARCAL CXXXVI “Mejora de los sistemas de producción agrícola mediante la eficiencia del uso de los recursos” | Dr Juan José Peña Cabriales Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN Apartado Postal 629, Kilometro 9.6 Libramiento Norte Carretera Irapuato-León 36500 Irapuato, Guanajuato México jpena@ira-cinvestav.mx | €16,319 |
| RLA5068 ARCAL CL “Mejorar el rendimiento y el potencial comercial de los cultivos de importancia económica” | Mr Sergio De los Santos Villalobos Instituto Tecnológico de Sonora 5 De Febrero 818 Sur, Centro 85000 Ciudad Obregón, Sonora México dlsantos@gmail.com | €8,500 |
| RLA5069 ARCAL CXLII “Mejora de la gestión de la contaminación de los contaminantes orgánicos persistentes para reducir el impacto en las personas y el medio ambiente” | Ms Genoveva Garcia Rosales Instituto Tecnológico de Toluca Av. Tecnológico S/N Colonia Agrícola Buenavista 52149 Metepec, Estado de México gegaromx@yahoo.com.mx | €18,800 |
| RLA6072 ARCAL CXXXIV “fortalecimiento de la Capacitación de los Recursos Humanos en Radioterapia” | Ms Aida Mota García Instituto Nacional de Cancerología (INCAN) Avenida San Fernando 22,; Col. Sección XVI Delegación Tlalpan 14080 Ciudad de México, D.F. México aidamota_2000@yahoo.com.mx | €9,855 |



ARCAL

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

| | | |
|--|--|---------|
| RLA6074 ARCAL CXXXVII “Apoyo al desarrollo de radiofármacos de producción regional para la terapia de cáncer dirigida mediante el intercambio de capacidades y conocimientos y el mejoramiento de las instalaciones, la creación de redes y la capacitación” | Ms Clara Leticia Santos Cuevas Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) Carretera México-Toluca S/N La Marquesa 52750 Municipio de Ocoyoacac, Estado de México La Marquesa 52750 Ocoyoacac, Estado de México | €7,417 |
| RLA6075 ARCAL CXXXIII “Apoyo diagnóstico y tratamiento de tumores en pacientes pediátricos” | Mr Patricio Vázquez Fernández Instituto Nacional de Pediatría; Secretaría de Salud Insurgentes Sur 3700-C; Col. Cuicuilco, Del. Coyoacán 04530 Ciudad de México, D.F. México patriciovz@gmail.com | €7,500 |
| RLA5070 ARCAL CXLI “Fortalecimiento de las medidas de vigilancia y control de la mosca de la fruta utilizando la técnica de los insectos estériles en un enfoque amplio e integrado de manejo de plagas para la protección y expansión de la producción hortícola” | Mr Francisco Ramírez Ramírez Programa Nacional Moscas de la Fruta Dirección General de Sanidad Vegetal; Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) Guillermo Pérez Valenzuela 127; Col. del Carmen, Coyoacán 04100 Ciudad de México D.F. México francisco.ramirez@senasica.gob.mx | €22,300 |
| RLA5071 ARCAL CXLIV “Disminución de la tasa de infestación de parásitos de las ovejas” | Mr Ricardo Enrique Caicedo Rivas Benemérita Universidad Autónoma de Puebla Ave San Claudio s/n edif. 76 entre Blvd Valsequillo y 14 Sur; Ciudad universitaria Col San Manuel 72570 Puebla México ricaido@yahoo.com | €2,033 |



ARCAL

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

| | | |
|---|--|-----------------|
| <p>RLA6077 ARCAL CXLVIII “Toma de Acciones Estratégicas para el Fortalecimiento Capacidades en el Diagnóstico y Tratamiento del Cáncer con un Enfoque Integral”</p> | <p>Ms Verónica Hortensia Vélez Donis Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias Calzada de Tlalpan 4502 Colonia Secc. 16 14080 Ciudad de Mexico, México velizdonis@gmail.com</p> | <p>€23,579</p> |
| <p>RLA/7/018 ARCAL CXXXV “Mejorar el Conocimiento de los Recursos de Aguas Subterráneas para Contribuir a su Protección, Gestión Integrada y Gobernanza”</p> | <p>Sr. Carlos Díaz Delgado Centro Interamericano de Recursos del Agua (CIRA) Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de México Cerro de Coatepec, Ciudad Universitaria 50130 Toluca, Estado de México México</p> | <p>€7,600</p> |
| <p>RLA7021 ARCAL CXLIX “Uso de isótopos ambientales e instrumentos hidrogeoquímicos convencionales para evaluar el impacto de la contaminación de las actividades agrícolas y domésticas sobre la calidad del agua subterránea”</p> | <p>Sr. Luis González Hita Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) Apartado Postal 235, Paseo Cuauhnahuac 8532; Civac 62550 Jiutepec, Morelos México</p> | <p>€18,500</p> |
| <p>Total</p> | | <p>€198,553</p> |

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

| ITEM | VALOR DE REFERENCIA | CANTIDAD en Euros |
|--|---|-------------------|
| <p>1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)</p> | <p>EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)</p> | <p>15,855</p> |



ARCAL

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

| | | |
|--|--|--------|
| 2. Grupo Directivo del OCTA, Grupos de Trabajo del OCTA y Puntos Focales | EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje) | 18,069 |
| 3. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios) | EUR 5.000 por semana | 5,750 |
| 4. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades | EUR 3.000 por semana | 3,000 |
| 5. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país | EUR 3.500 por mes por becario | 800 |
| 6. Publicaciones | Hasta EUR 3.000 | |
| 7. Creación y/o actualización de Base de Datos | Hasta EUR 5.000 | |
| 8. Gastos locales por Sede de Reuniones de Coordinación Técnica (OCTA) | EUR 50.000 por semana | |
| 9. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales | Hasta EUR 5.000 | 3709 |
| 10. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales) | Hasta EUR 5.000 | |
| 11. Tiempo trabajado como Coordinador Nacional y su equipo de soporte | Máximo EUR 1.500 por mes | 18,000 |
| 12. Tiempo trabajado como DTM | Máximo EUR 700 por mes | |
| 13. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto | Máximo EUR 500 por mes | 45,860 |
| 14. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto) | Máximo EUR 300 por mes por especialista | 23,052 |
| 15. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: <input type="checkbox"/> Viáticos interno/externo | Máximo EUR 7.500/proyecto | 26,795 |



ARCAL

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

| | | |
|--|----------------------|---------|
| <input type="checkbox"/> Transporte interno/externo | | |
| 16. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.) | Máximo EUR 10.000 | 38,633 |
| | TOTAL | 199,523 |