



**ARCAL**

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

**MANUAL DE PROCEDIMIENTOS  
DE ARCAL**

**INFORME ANUAL 2011  
EL SALVADOR**

**20 de Abril de 2012**



## ARCAL

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

### CONTENIDO

1. RESUMEN EJECUTIVO
2. PARTICIPACIÓN DEL COORDINADOR NACIONAL EN LAS ACTIVIDADES DE ARCAL
3. RESULTADOS, DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO Y DEL ACUERDO
4. ANEXOS

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

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



5.

## INTRODUCCIÓN

La cooperación técnica del año 2011 que el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) ha otorgado a El Salvador en el marco del Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe, conocido por sus siglas ARCAL, se resume en la participación en 23 proyectos del Acuerdo, en las diferentes áreas temáticas establecidas en el Perfil Estratégico Regional y prioridades de país.

A través del presente informe, queremos reflejar lo importante que es para nuestro país y las instituciones nacionales contrapartes el apoyo técnico, de equipamiento y capacitación que el ARCAL-OIEA aporta, esencialmente en el área de salud humana, seguridad radiológica, medio ambiente, etc., especializando capital humano en las áreas de investigación y el uso de nuevas tecnologías, entre otros.

Entre las principales instituciones nacionales beneficiadas podemos mencionar a la Universidad de El Salvador (UES), el Ministerio de Salud (MINSAL) y red de Hospitales Nacionales, el Instituto Salvadoreño del Seguro Social (ISSS), Unidad Reguladora de Radiaciones Ionizantes (UNRA), Ministerio de Medio Ambiente (MARN), Ministerio de Agricultura y Ganadería, CENTA, Escuela Nacional de Agricultura y el Centro Nacional de Producción Más Limpia (CNPML), quienes han trabajado activamente en cada uno de sus proyectos, aprovechando al máximo el aporte que obtienen.



## RESUMEN EJECUTIVO

Durante el año 2011, se aprobó la participación de El Salvador en 23 proyectos ARCAL, en las áreas de salud humana, protección radiológica, medio ambiente, entre otros.

Con esta participación, El Salvador ha logrado fortalecer las capacidades institucionales a la vez de potencializar el recurso humano de las instituciones beneficiadas de la cooperación; lo cual está permitiendo que de manera significativa se estén orientando cada vez más los esfuerzos por ampliar los niveles de intervención en el uso de la energía nuclear para fines pacíficos.

La Coordinadora Nacional ARCAL ha realizado todas las gestiones necesarias de comunicación y divulgación con los contrapartes nacionales a fin de que se aproveche al máximo la participación en los diferentes eventos, lo que algunas veces se ha visto disminuido y/o limitado por el poco presupuesto con que cuentan las instituciones y no ha permitido presentar en algunas ocasiones más de un candidato.

Para la participación de estos proyectos no se requiere ningún valor de contrapartida por parte de las instituciones nacionales interesadas, por esta razón, es una oportunidad invaluable por parte del ARCAL-OIEA para el aprovechamiento de la cooperación técnica, ya que se contribuye únicamente con el capital humano (tiempo y capacidades) que las instituciones aportan desde sus especialidades temáticas.

Los logros y beneficios obtenidos durante el presente ciclo producto de la participación en los proyectos ARCAL, son invaluable y se traducen en mejoras en la capacidad humana, nuevas técnicas de aplicación científicas, optimización de los recursos en las áreas de salud humana y seguridad radiológica, entre otros.



## ARCAL

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

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

Como Coordinación Nacional ARCAL y reconociendo la responsabilidad del cargo hemos hecho todos los esfuerzos necesarios para que las participaciones y solicitudes se gestionen dentro de los períodos establecidos.

Durante el año 2011, la Coordinación Nacional ARCAL ha participado en la XII Reunión del Órgano de Coordinación Técnica de ARCAL, la cual se realizó en Ciudad de Panamá (Panamá) del 23 al 27 de mayo de 2011, en donde se trabajó en la revisión de los Informes ARCAL del año anterior, se actualizó el manual de procedimientos ARCAL, además de la presentación de los proyectos para el ciclo 2012-2013.

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

Los resultados obtenidos de la participación en proyectos ARCAL por las diferentes instituciones nacionales son realmente satisfactorios para cada institución y para el país, pues se ha obtenido la capacitación en las diferentes áreas temáticas propias de cada una, el equipamiento para algunos laboratorios como el Centro de Investigaciones y Aplicaciones Nucleares - CIAN, y el apoyo con la visita de expertos y así capacitar más capital humano, como el caso del proyecto RLA/6/068 de la Unidad de Radiaciones del ISSS y el proyecto RLA/5/051 el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), entre algunos casos.

Entre los principales problemas y dificultades presentados para la ejecución de proyectos ARCAL, se puede mencionar que en su mayoría las instituciones nacionales solo pueden dedicar un porcentaje de tiempo a las actividades propias de los proyectos y que no existe un presupuesto que permita la participación de más personal en los cursos, talleres y capacitaciones que se dan fuera del país.



RLA/0/037

Apoyo al aumento sostenible del uso de reactores de investigación en la región de América Latina y el Caribe mediante la creación de redes, el intercambio de experiencias, la conservación de los conocimientos y la capacitación de recursos humanos (ARCAL CXIX), **Centro de Investigaciones y Aplicaciones Nucleares de la Universidad de El Salvador.**

LOGROS, BENEFICIOS E IMPACTO ALCANZADOS EN EL PAÍS A TRAVÉS DEL PROYECTO

Inventario de necesidades nacionales en relación a:

Capacidad instalada en países de la región para producir radisótopos y radiofármacos; volúmenes por tipo. Planes de ampliación.

Radisótopos y radiofármacos producidos en países de la región; volúmenes por tipo.

Consumos de radisótopos y radiofármacos del país. Actuales y tendencias.\*

Estimado de pacientes atendidos por radisótomo/ radiofármaco. Cantidad de procedimientos anuales.\*

Proveedores de radisótopos/radiofármacos, cadena de provisión especificando modo de transporte.\*

Número de cámaras gamma por país. Actual y tendencias. \*

-evaluación de capacidades locales de aplicación de NAA

-Formar personal en aplicaciones de NAA en análisis de muestra ambientales. Como paso posterior en el marco del proyecto se enviara a al reactor de la Universidad de West Indies en Jamaica a irradiar muestras ambientales relacionadas con el impacto de rellenos sanitarios y la deposición de baterías y pilas. Lo anterior involucra la capacitación de personal en el proceso de irradiación de las muestras.

Inventario regional de capacidad en los reactores de investigación y producción de radiofármacos: IPEN, CCHEN, IPEN(SAO Paulo, Brasil)

DIFICULTADES Y PROBLEMAS

Dificultades en la coordinación con organismo administrador de relleno sanitario en el municipio de Nejapa, a efecto de permitir las campañas de muestreo y dificultades de coordinación con la PNC, dado el alto índice de violencia imperante en la zona de muestreo.

Para 2012 se tiene proyectada la primera campaña de muestreo en la zona del relleno sanitario de Nejapa. Se proyecta enviar muestras de suelo y orgánicas a Jamaica para que sean analizadas por NAA

RLA/0/038

Supporting the Introduction of Nuclear Energy (ARCAL XCV), Centro de Investigaciones y Aplicaciones Nucleares de la Universidad de El Salvador.

LOGROS, BENEFICIOS E IMPACTO ALCANZADOS EN EL PAÍS A TRAVÉS DEL PROYECTO

Fortalecimiento de las capacidades locales en materia de evaluación de la opción de energía nuclear. (5 Profesionales capacitados en la temática nuclear y temas relacionados: Marco Normativo, Comunicación al Público, Selección de emplazamientos, Planificación energética, Estado del arte en Centrales Nucleares, Sistemas de seguridad y protección radiológica en Centrales Nucleares, capacidades y recursos necesarios en una central nuclear)

-Posibilitar la cooperación regional compartiendo capacidades y considerando las matrices energéticas existentes y el sistema de interconexión eléctrica regional.



-Iniciar un proceso de sensibilización en el tema nuclear , generándose la posibilidad de diseñar instrumentos de carácter masivo que permitan a la población conocer del tema nuclear (radio y televisión)

-Formación de Grupo técnico que elaborara propuesta (5 Académicos UES)

-Participación en comité técnico consultivo que apoya al consejo nacional de Energía (CNE)(Titular y Suplente)

Borrador de propuesta técnica sobre la potencial utilización a nivel regional de Centrales Nucleares en la Generación Eléctrica, como una alternativa a considerar en un plazo de 30-40 años

*En relación al Proyecto RLA0038, se justifica la participación de El Salvador partiendo de las limitaciones energéticas que a nivel regional enfrenta Centro América (CA) .la creciente demanda de energía se aproxima a la capacidad instalada disponible.*

*La energía Nuclear es una alternativa que se debe evaluar , lo anterior implica formación de masa crítica(Capital humano) que conozca y aporte en el tema. La Universidad de El Salvador a través de la Facultad de Ingeniería forma parte de la comisión nacional de energía. que es un organismo asesor del Consejo nacional de Energía (CNE). La Facultad de ingeniería imparte la maestría en "fuentes alternativas de energía y Medio Ambiente". Se proyecta en el futuro incluir el área de la generación eléctrica en Centrales Nucleares.*

#### DIFICULTADES Y PROBLEMAS

Dificultades en acceder organismos regionales Centro americanos relacionados con la integración regional (SICA) y con la temática Energética

En general la población en sus diferentes estratos educativos, tiene un conocimiento deficiente o distorsionado sobre la energía nuclear como alternativa tecnológica y de desarrollo.

RLA/2/013

Estudios de correlación entre la deposición atmosférica y los problemas sanitarios en América Latina: técnicas analíticas nucleares y la vigencia biológica de la contaminación atmosférica(ARCAL LXXXIX), Centro de Investigaciones y Aplicaciones Nucleares de la Universidad de El Salvador.

#### DIFICULTADES Y PROBLEMAS

Falta de recursos para la realización de campañas permanentes de muestreo en Sitio del Niño y en el Gran San Salvador.

Descoordinación con organismos encargados de respaldar las campañas de Muestreo ambiental : PNC, Fiscalía General de la república, Juzgado de Opico, Ministerio del Medio Ambiente

#### LOGROS, BENEFICIOS E IMPACTO ALCANZADOS EN EL PAÍS A TRAVÉS DEL PROYECTO

- Identificación de líquenes y tillansias a nivel nacional que permitió realizar campañas de muestreo en los sitios designados en el proyecto: sitio del Niño (Contaminación con Plomo) y San Salvador (Diversos contaminantes)



## ARCAL

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

-Estudio de contaminación con Plomo en sitio del Niño utilizando líquenes trasplantados y deposición total de partículas.

-Elaboración de informes sobre contaminación con plomo en diferentes tipos de muestra; Suelo, Agua residual, Hortalizas en sitio del niño y en la Planta de Baterías de El Salvador (BAES)

- Documento técnico sobre contaminación del aire en San salvador utilizando líquenes como Biomonitores

-documento técnico sobre contaminación en el lago suchitlan utilizando diversos tipos de biomonitores: Jacinto de agua, fauna local: Guapote, pez tigre etc.

Informes técnico a tomadores de decisión en materia Ambiental: Juzgados de San Juan Opico, Ministerio del Medio Ambiente, Arzobispado de San Salvador, Procuraduría de los Derechos Humanos, Medios de Comunicación de El Salvador

Durante la implementación de las actividades planificadas se logró cumplir con el objetivo específico del proyecto de desarrollar un enfoque metodológico para mejorar el conocimiento de los perfiles de contaminación del aire de mega ciudades o grandes zonas urbanas seleccionadas en América Latina y contribuir así al estudio de relaciones entre las características de la contaminación atmosférica y la salud, empleando en todos los países especies comparables de biomonitores de la contaminación del aire y técnicas analíticas nucleares y relacionadas.



RLA/2/014

Mejora de la calidad analítica mediante capacitación en garantía de calidad, pruebas de competencia y certificación de materiales de referencia de matrices utilizando técnicas analíticas nucleares y conexas en la red latinoamericana de técnicas analíticas nucleares(ARCAL XCVII), Centro de Investigaciones y Aplicaciones Nucleares de la Universidad de El Salvador.



## LOGROS, BENEFICIOS E IMPACTO ALCANZADOS EN EL PAÍS A TRAVÉS DEL PROYECTO

Establecimiento parcial de una red nacional de intercomparación. Utilizando los materiales de referencia producidos en el marco del proyecto

Disponer de materiales de referencia afines a las necesidades analíticas propias (Agua, Suelo, sedimentos y alimentos) preparados por laboratorios de la región con mejor infraestructura y experiencia en el tema.

Personal capacitado apoyando programa de aseguramiento de la calidad en laboratorios participantes

-Personal calificado en los temas de validación de métodos, cálculo de incertidumbres, Organización de ensayos de aptitudes y en la sustentación de aseguramiento de la calidad

-Laboratorios capaces de conducir pruebas de competencia técnica basados en norma ISO 43 (CIAN-FIA-UES)

-Materiales de referencia certificados de matrices naturales (agua, suelo/sedimento y alimentos) preparados por laboratorios de la región con mayor experiencia y apropiada infraestructura

## DIFICULTADES Y PROBLEMAS

Deficiente cultura de calidad en laboratorios analíticos, que provoca muy poca participación en ejercicios de competencia técnica y muy poca disposición a conformar redes de intercomparación

RLA/4/022

Actualización de conocimientos, introducción de nuevas técnicas y mejora de la calidad de las actividades de instrumentación nuclear (ARCAL XCIX), Centro de Investigaciones y Aplicaciones Nucleares de la Universidad de El Salvador.

## LOGROS, BENEFICIOS E IMPACTO ALCANZADOS EN EL PAÍS A TRAVÉS DEL PROYECTO

1-Mejora en la calidad de servicios y extensión de vida útil de equipos en el laboratorio de calibración que se ha establecido en el Centro de Investigaciones Nucleares de la facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador y del laboratorio nuclear del mismo centro, Asegurados mediante la ejecución de sistemas automatizados

Equipo instrumental actualizado: Equipo de absorción Atómica) y aumento de las capacidades para el manejo de instrumentación virtual, sistemas de adquisición de datos y control

Plataforma Labview, dotación de Instrumentos de calibración, PLC, etc

2-Mejora de la calidad de servicios proporcionados por el laboratorio nacional de instrumentación nuclear ubicado en la facultad de Ingeniería y arquitectura de la Universidad de El Salvador, mediante la estandarización del control de servicios y del establecimiento de la capacidad para calibrar los instrumentos aplicados para el desarrollo, mantenimiento y modernización de instrumentos nucleares

3 Mejora de la calidad y seguridad del desarrollo de instrumentación nuclear en el país teniendo un laboratorio de software operacional y una metodología común para la validación del software desarrollado/aplicado en la región. (Con apoyo de la Escuela de Ingeniería en



sistemas Informáticos: Diseño de un sistema Informático de apoyo a los servicios de dosimetría externa y control de calidad de equipo de radio diagnóstico

4- Mejora de la calidad de los servicios de mantenimiento proporcionados por el laboratorio de instrumentación nuclear a las aplicaciones industriales y médicas de radiaciones ionizantes, El CIAN-FIA es el único laboratorio que a nivel nacional presta este tipo de servicios

#### DIFICULTADES Y PROBLEMAS

Limitaciones por una oferta limitada de equipos ,accesorios y suministros relacionadas con el mantenimiento y reparación de equipos nucleares debido aun nacional reducido que no permite que exista representación de empresas que distribuyan repuestos y suministros

RLA/5/051

Utilización de radionucleídos Ambientales como indicadores de la degradación de las tierras en los ecosistemas de América Latina el Caribe y la Antártida (ARCAL C), Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y forestal. CENTA-MAG.

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

Como resultado del muestreo exploratorio de suelos en el sitio de estudio (Septiembre-2009), se presentaron datos en las reuniones efectuadas en Chile (Noviembre-2010) y Perú (Agosto-2011), y después de ser analizadas se concluyo que eran incongruentes.

Razones:equipo Gamma había estado sin uso y no se contaba con un estándar de calibración para obtener dichos datos. Esto fue motivo para que se asignara una segunda misión de expertos, y entrenara al personal responsable de la ejecución del proyecto. Esta misión de emergencia fue producto de la toma de decisiones en la reunión de medio término en Perú.

El retraso de importación de estándar de calibración multielemental Gamma; obedeció a la falta de experiencia para el cumplimiento de requisitos, para obtener la licencia de importación respectiva. Siendo uno de ellos el calculo de dosis efectiva anual estimada para el publico y el usuario. Esto al final fue superado (art. 42 del reglamento especial de protección y seguridad radiológica)

Tramites Aduanales: debería existir procedimientos especiales para estos proyectos ya que de alguna manera son engorrosos los trámites (coincidencia de los países participantes).

En cuanto a los software de trabajo, aun no han sido instalados, pero estamos en espera de la asignación de una computadora para tal fin.

En cuanto al apoyo Institucional merece mencionar que la Gerencia de Investigación y Administración, nos han apoyado para superar dificultades.

RLA 5053

Implementación de un sistema de diagnóstico para evaluar el impacto de la contaminación por plaguicidas en los compartimientos de alimentos y ambientales a escala de capacitación en la región de América Latina y el Caribe (ARCAL CII), Centro de Investigaciones y Aplicaciones Nucleares de la Universidad de El Salvador.



a) Resultados

1) fortalecimiento de las capacidades analíticas de los laboratorios participantes:

Laboratorio de Residuos de Plaguicidas MAG-OIRSA: Se lograron dos capacitaciones para el personal del laboratorio

Costa Rica sobre conocimiento de muestreo, GPS, Programa PIRI y biomonitoreo en cuencas y ríos

Brasil sobre Niveles Máximos de Residuos

Laboratorio de FUSADES: se obtuvo una capacitación

- Australia, participación en Congreso Internacional sobre plaguicidas y

Curso sobre Técnicas de Cromatografía

Facultad de Ciencias Agronómicas, UES: se lograron dos capacitaciones para ingenieros agrónomos

- Brasil, curso sobre bioindicadores de calidad de agua, nivel 1

- Chile, curso sobre bioindicadores de calidad de agua, nivel 2

Facultad de Ciencias Naturales, UES: una capacitación

- Perú, curso sobre preparación de muestras ambientales

2) Acuerdos de colaboración mutua entre la UES y el CENTA

Se firmó una carta de entendimiento entre ambas instituciones con el fin de lograr ayuda mutua para cumplir con los objetivos de los Proyectos ARCAL 5051, coordinado por el CENTA y ARCAL 5053 coordinado por la Facultad de Ingeniería UES.

3) Equipo básico para los estudios de campo:

Se recibió el siguiente equipo

- aparato GPS
- medidor de flujo para ríos
- kit de sensores para medir parámetros fisicoquímicos en agua
- microscopio portátil
- libros sobre identificación taxonómica para bioindicadores en agua

b) Dificultades y problemas encontrados.

1) escasa colaboración de los laboratorios contraparte para la medición de los residuos de plaguicidas en las muestras de suelo. A causa de esto, no pudieron realizarse las campañas de muestreo y análisis de muestras como se había programado. Se redefinió la calendarización de actividades y se redujo el número de muestras a procesar.

2) todas las muestras ambientales se prepararon en la Universidad para facilitar que los laboratorios contraparte hicieran únicamente las mediciones y entregaran los datos, esto se hizo con estudiantes de química improvisando equipos y usando viejos reactivos químicos. Posiblemente, esto influyó en la mala calidad de los análisis.

3) no existe laboratorio de residuos de plaguicidas en la Universidad de El Salvador, por ello no fue posible realizar trabajos de tesis que complementaran los estudios y los objetivos del proyecto. Se tiene pensado colaborar en la propuesta de un proyecto de colaboración técnica con el OIEA para dotar de un laboratorio de este tipo a la Universidad.



RLA/5/054

Garantizar la seguridad de los alimentos en América Latina y el Caribe a través de un Programa Regional para el biomonitoreo de contaminantes en moluscos y peces (ARCAL CIII)

## RESULTADOS

1. Se estandarizó una metodología para la selección de biomonitores acuáticos para metales pesados y organoclorados en El Salvador, tomando de base el documento “RECOMENDACIONES PARA LA TOMA Y PREPARACION DE MUESTRAS DE BIVALVOS Y PECES” generado en 2009, como resultado del Curso de Capacitación en Muestreo de bioindicadores y Preparación de muestras.
2. Se identificaron las necesidades de fortalecimientos de los laboratorios nacionales (LCI-FUSADES, LAGEO, MAG/DGSVA) en la implementación de técnicas analíticas nucleares. Estas solicitudes fueron actualizadas en Octubre/11 y se encuentran en proceso de compra.
3. Se recopilaron datos sobre la experiencia en biomonitoreo acuático con la que cuenta El Salvador, tomando en cuenta recomendaciones y conclusiones de dichos estudios para la selección de sitios especies.
4. Se ha logrado una sinergia entre instituciones público privadas para la ejecución del proyecto, contando el mismo con el apoyo de 7 entidades, cada una con roles y funciones definidas.
5. Se estableció la necesidad de realizar un ejercicio de intra comparación para metales pesados a fin de evaluar el desempeño de cada uno de los laboratorios participantes en el proyecto.
6. Se desarrolló la capacitación sobre “Formación práctica en metodologías y estrategias de muestreo” que fue impartido por el Dr. Jose Sericano de Texas A&M University , del 5 al 9 de Marzo de 2012 en San Salvador. Contó con la participación de 11 personas, representantes de LCI-FUSADES, LAGEO, MAG/DGSVA, CNPML y UES.
7. Se desarrollará la capacitación sobre “Formación práctica AAS” que será impartido por la Dra. Irene Fuertes del Centro Nacional de Energía Atómica de Argentina (CNEAEzeiza), del 23 al 27 de Abril de 2012 en San Salvador. Contará con la participación de 9 personas, representantes de LCI-FUSADES, LAGEO, MAG/DGSVA, CNPML y UES.

## 3.2. DIFICULTADES Y PROBLEMAS

1. El Programa no establece fondos para recolección de muestras, por lo que estos costos entran dentro de los costos de logística nacionales y han sido una aportación de las organizaciones.

El proceso administrativo de compra de equipos e insumos es bastante largo, por lo que no ha permitido que los laboratorios reciban los equipos solicitados

RLA/5/056 – ARCAL CV

MEJORA DE LAS COSECHAS EN LATINOAMÉRICA A TRAVÉS DE MUTACIONES INDUCIDAS, MARIO ANTONIO ORELLANA NÚÑEZ, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS. EL SALVADOR.



## RESULTADOS

En el año 2009, en la Ciudad de Guatemala fueron irradiadas 2 variedades de frijol ampliamente utilizadas por las familias salvadoreñas, Rojo de Seda y Sangre de Toro. En el año 2010 fueron sembradas las plantas que sobrevivieron a la dosimetría asignada con rayos gamma y fueron seleccionadas de forma que cada planta representa una familia, resultando como tal la generación M1 de cada una de las variedades en estudio. De la segunda siembra realizada en diciembre del año 2010, las mejores familias fueron cosechadas en el mes de febrero del año 2011 (se obtuvo la M2), estas familias fueron sometidas a presión de sequía mediante la eliminación de riego después que estas entraron a la fase de floración. Los resultados fueron la selección de 28 familias, las cuales provenían de un total de 101 familias de la variedad Sangre de Toro en etapa M2. Las familias (9) provenientes de la variedad Rojo de Seda en etapa M2, no resistieron el ataque severo de mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

Con el objetivo de buscar resistencia a la sequía, las 28 familias provenientes de la variedad Sangre de Toro fueron sembradas en el mes de septiembre del año 2011 en etapa M3, para que logran finalizar su etapa vegetativa con las últimas aguas de la época lluviosa y así obtener el material para evaluar la M4. Junto a este ensayo se sembraron cuatro genotipos de frijol que fueron irradiados en la Ciudad de Guatemala (Vaina blanca, Rojo de Seda, Ferromás y Chaparrastique) para continuar en la búsqueda de tolerancia a sequía a partir de nuevo material genético, obteniendo la M1 de estos cuatro genotipos durante la primera semana de enero del presente año.

Las 28 familias en etapa M3 fueron sembradas en la misma parcela del CENTA, en San Andrés, La Libertad y en bolsas plásticas en la ciudad Universitaria. Ambas siembras fueron altamente afectadas por la Tormenta E11, del mes de octubre del año 2011, sin embargo fue posible recuperar un poco de material de ambos ensayos. Se tiene material para evaluar la M4. En el mes de mayo del año 2012 se sembrarán los materiales en estudio para la multiplicación del material y realizar la evaluación de la M4 en las 28 familias y la M2 en los cuatro genotipos en estudio.

## DIFICULTADES

Las dificultades son dos: La primera es la falta de un irradiador de baja intensidad en El Salvador, que permita la irradiación de semilla o tejido vegetal con rayos gamma para inducir a mutación; sin embargo, el proyecto es apoyado por el irradiador que se encuentra en la Ciudad de Guatemala con el proyecto de la mosca de la fruta, quienes con mucho esmero han colaborado en el desarrollo del mismo. Esta dependencia se soluciona parcialmente, porque es necesario el apoyo o recursos para enviar la semilla a Guatemala y su regreso ya irradiada.

La segunda dificultad, es la falta de un terreno con sistema de riego a una altura mínima sobre el nivel del mar (msnm) de 500, debido a que la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad está ubicada a 50 msnm y a esa altura, el frijol no logra desarrollarse. Para ello se siempre se ha tenido el apoyo del CENTA, sin embargo hay dependencia de tiempos y recursos y en las épocas de sequía, esta zona es altamente afectada por la mosca blanca.

## PROBLEMAS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO Y DEL ACUERDO.

Uno de los principales problemas que se han tenido durante la marcha del proyecto es el ataque severo de la mosca blanca, especialmente en épocas cuando se quiere realizar la presión de sequía (mes de febrero y marzo). A esto se suma la falta de un propagador techado y protegido para trabajar dentro del campus de la Universidad. En el año 2011, se dio el



problema de la tormenta E11, la cual afectó fuertemente la agricultura en General y en el caso de los ensayos sembrados en septiembre para obtener la M3, fue bastante afectado tanto en el CENTA como en la Facultad, lo cual no permitió obtener buenos resultados; especialmente, la pérdida de plantas parciales y totales de algunos tratamientos. Además, la falta de un laboratorio de biología molecular no permite avanzar fuertemente en el área de la evaluación molecular de los genotipos en estudio.

Del acuerdo, los problemas son los generales de todos los proyectos, como es la falta de fondos suficiente para compra de equipos y reactivos y contratación de recurso humano especializado para algunas áreas, mano de obra para campo y otros. En el año 2011, no se logró la participación de El Salvador en una jornada de capacitación por la falta de comunicación y el exceso de compromisos del técnico nacional del CENTA que se enviaría. Además, no se recibió el equipo solicitado para el año 2011 durante el ejercicio realizado en el año 2010. Únicamente se recibió un termómetro infrarrojo solicitado en junio del año 2011

#### RLA/6/061 ARCAL CVII

##### Capacitación y Actualización de los Conocimientos en la Esfera de la Física Médica

El objetivo del proyecto es mejorar la capacidad del recurso humano existente en la región, en el ámbito de la Física Médica, a través del entrenamiento en las nuevas tecnologías y reforzando la capacitación y actualización de los conocimientos de los físicos médicos para la sustentabilidad de los programas de radioterapia, medicina nuclear e imagenología. En ese sentido se han desarrollado cursos regionales y se asignaron dos becas a cada uno de los países participantes en función de sus necesidades.

Para la participación en los cursos regionales se han considerado las necesidades de las instituciones y el nivel del recurso humano que participa. Los cursos desarrollados hasta la fecha y como el país se ha involucrado, se detallan a continuación:

Curso Regional de capacitación sobre Garantía de Calidad en Radiodiagnóstico, participó físico del ISSS.

Curso Regional de capacitación sobre garantía de calidad en Medicina Nuclear, Mendoza, Argentina, del 10 al 14 de octubre de 2011, la candidatura presentada por El Salvador no fue aceptada.

Curso Regional de capacitación en aspectos físicos de la transición de radioterapia 2D a 3D, Córdoba, Argentina, del 7 al 11 de mayo de 2011, participó física del Instituto del Cáncer.

Curso Regional de capacitación sobre implementación de un programa de garantía de calidad en IMRT, Sao Paulo, del 12 al 17 de diciembre de 2011, participó físico del ISSS:

Beca sobre Fundamentos de Física Médica, Baeza, España, del 23 de enero al 17 de febrero de 2012, participó una físico del ISSS.

Dos candidatos han aplicado para las becas asignadas a El Salvador en el marco del proyecto, una de ellas sobre la Implementación de IMRT y la otra sobre Control de Calidad en Instrumentación en Medicina Nuclear.

#### RLA/6/063

Mejoras en el tratamiento de los pacientes con enfermedades cardiacas y cancer mediante el fortalecimiento de las tecnicas de medicina nuclear en la region de America Latina y el Caribe (ARCAL CVIX)

##### PROBLEMAS Y DIFICULTADES

La mayor dificultad para este y otros proyectos es la falta de equipo adecuado, el servicio de medicina nuclear no cuenta con una gammacámara con capacidad SPECT, solamente con un



gammógrafo rectilíneo que funciona muy bien con la energía del I-131; pero sólo es útil para estudios tiroideos, además contamos con una sonda de captación por lo que al manejo de problemas tiroideos podemos solventarlos. Pero como explico, no podemos realizar el resto de estudios como son los cardiacos, cerebrales, renales, pulmonares, del tracto gastrointestinal y otros.

La solución está contemplada en el Plan Quinquenal, donde se asignan fondos para el Remodelamiento del Servicio de Medicina Nuclear y adquisición de equipo. El Organismo Internacional de Energía Atómica puede colaborar con la captación del personal tanto médico como técnico.

RLA 6064

“Using Nuclear Techniques to Address the Double Burden of Malnutrition in Latin America and the Caribbean” (ARCAL CX)

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

El proyecto se ha desarrollado de forma adecuada, aunque no se ha podido cumplir a cabalidad con el cronograma de actividades. Actualmente, se cuenta con un avance del 60% aproximadamente y se espera terminar a finales de mayo. Los obstáculos que se han presentado son de falta de tiempo para atender las actividades del proyecto porque se tuvo que dedicar a atender emergencias nacionales como fueron las actividades de la depresión tropical 12E. La atención de esta emergencia impidió realizar la toma de muestras en las escuelas, teniendo que postergarse hasta el primer trimestre del presente año.

RLA/6/065

Fortalecimiento de la garantía de calidad en medicina nuclear (ARCAL CXI)

**PROBLEMAS Y DIFICULTADES**

La mayor dificultad para este y otros proyectos es la falta de equipo adecuado, el servicio de medicina nuclear no cuenta con una gammacámara con capacidad SPECT, solamente con un gammógrafo rectilíneo que funciona muy bien con la energía del I-131; pero sólo es útil para estudios tiroideos, además contamos con una sonda de captación por lo que al manejo de problemas tiroideos podemos solventarlos. Pero como explico, no podemos realizar el resto de estudios como son los cardiacos, cerebrales, renales, pulmonares, del tracto gastrointestinal y otros.

La solución está contemplada en el Plan Quinquenal, donde se asignan fondos para el Remodelamiento del Servicio de Medicina Nuclear y adquisición de equipo. El Organismo Internacional de Energía Atómica puede colaborar con la captación del personal tanto médico como técnico.

RLA/6/068

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

Los problemas a los cuales me enfrente en la organización del evento la reunión de coordinadores de ARCAL:

Falta de información de los encargados del Ministerio de Relaciones Exteriores ante este tipo de evento, es decir que tanto el OIEA les informa sobre la importancia de los eventos.



Tuvimos el problema que durante esa fecha se presentó la “EMERGENCIA NACIONAL” y nadie del Ministerio de Salud se presentó al evento final, a pesar de las invitaciones que se le hizo.

Falta de comunicación entre el Oficial de enlace y mi persona, claro está y eso se le agradece, delegó en una excelente persona.

A pesar de ser un evento de prensa se le dio poco a nada de importancia y cobertura en los medios escritos de comunicación a difusión del uso de la radioterapia en los tratamientos del cáncer, creo que fue por la “emergencia”.

Gracias al Sr. Director del ISSS, Dr. Leonel Flores, que aceptó amablemente participar en dicha reunión fue que se hizo oficial y por decirlo así salvó la situación y los oficiales se fueron por lo menos satisfechos de haber cumplido con esto.

RLA/7/014

Logros y Resultados

El proyecto RLA/7014 a la fecha se estima un avance de ejecución del 70%, las siguientes actividades fueron realizadas en el año 2011:

Entrenamiento de dos integrantes del LABTOX-UES en muestreo, manipulación, identificación de microalgas bentónicas potencialmente tóxicas y extracción de biotoxinas marinas para la técnica del “Receptor Binding Assay” celebrado en San José, Costa Rica, del 4 al 15 de julio de 2011. (USD\$ 4000.00 por OIEA)

Reunión intermedia de evaluación de progresos del proyecto. Realizada del 28 de marzo al 1 de abril en las instalaciones del Laboratorio de Ambiente Marino NEAL-IAEA, Monaco. (USD1500 por OIEA)

Envío de 2 redes de fitoplancton de 20 micrometros (USD \$500.00)

Elaboración del libro “Guía para el diseño y propuesta en marcha de un plan de seguimiento de microalgas productoras de toxinas”. (Con la cooperación de Beatriz Reguera del Instituto Español de Oceanografía, España).

Monitoreo permanente de Fitoplancton y parámetros Físicos, Químicos y Biológicos en dos sitios de la zona costera de El Salvador. Implementado (USD\$1000.00 por ELS)

Actividades pendientes pendientes a completarse en el año 2012:

Creación de un sitio web para divulgación de la información por todos los países.

Análisis de toxicidad por radioensayo, en los laboratorios de toxinas de El Salvador y Chile. Para toxinas Paralíticas y Ciguatéricas. Todo el 2012. (\$ 7 000.00).

Encuentro para evaluación final del proyecto por todos los países. Diciembre. 2012. (\$4 000.00)

RLA/9/065

Apoyo a la infraestructura de protección radiológica mediante la enseñanza y capacitación

**LOGROS DEL PROYECTO**



Mejora del servicio de formación en el área de Protección radiológica y ampliación de su cobertura a través del establecimiento de un programa de enseñanza en línea (En proceso de implementación)

RLA/9/066

Strengthening and Updating Technical Capabilities for Protection of Health and Safety of Workers Occupationally Exposed to Ionizing Radiation (TSA2)

### **LOGROS, BENEFICIOS E IMPACTO ALCANZADOS EN EL PAÍS A TRAVÉS DEL PROYECTO**

Mejora del servicio de dosimetría externa y ampliación de su cobertura a través del establecimiento de un programa de promoción de los servicios y de el establecimiento de sistema de la calidad, así como la futura (2012) acreditación ante el organismo nacional de acreditación

-Infraestructura de calibración de medidores de radiación y de equipos de medición de dosis externas e internas disponible a partir de Marzo 2008), a solicitar permiso de operación en II semestre 2011

-Capacidades locales disponibles para la prestación de servicios técnicos de mantenimiento y control de calidad de instrumentos nucleares utilizados en medición de dosis externas, dosis internas y monitoreo de áreas. El CIAN-FIA-UES da cobertura a nivel nacional a todo el sistema hospitalario en materia de Dosimetría Externa, Control de calidad de Equipos de radiodiagnóstico, Diseño de instalaciones radiológicas (Memoria Analítica)

-Mejora de la actividad de mantenimiento y calibración de instrumentos nucleares como resultado de la implementación gradual de la norma IEC 17025 en el laboratorio nacional de mantenimiento y calibración de instrumentos nucleares el cual ha sido establecido con la asistencia del OIEA en el marco de proyecto RLA/4/019 y de proyectos anteriores (RLA/4/015, RLA/4/017)

### **DIFICULTADES Y PROBLEMAS**

Problemas relacionados con un deficiente sistema nacional metrológico en el área de radiaciones Ionizantes.

No existe un laboratorio secundario de calibración y el existente en Guatemala que fue creado con el apoyo del OIEA para que sirviera a nivel de la región de Centro América, opera de una manera muy limitada



4. ANEXOS

4.1) Proyectos en los que el país participa

Código de proyecto	Título de proyecto	Coordinador	Institución
RLA/0/037	Apoyo al aumento sostenible del uso de reactores de investigación en la región de América Latina y el Caribe mediante la creación de redes, el intercambio de experiencias, la conservación de los conocimientos y la capacitación de recursos humanos(ARCAL CXIX)	Ing. Luis Ramón Portillo.	CIAN - UES
RLA/0/038			
RLA/2/013			
RLA/2/014			
RLA/4/022			
RLA/5/051	Utilización de radionucleídos Ambientales como indicadores de la degradación de las tierras en los ecosistemas de América Latina el Caribe y la Antártida (ARCAL C)	Lic. Luis Antonio Reyes Valiente	Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y forestal. CENTA-MAG
RLA 5053	Implementación de un sistema de diagnostico para evaluar el impacto de la contaminación por plaguicidas en los compartimientos de alimentos y ambientales a escala de capacitación en la región de América Latina y el Caribe	Julio Ernesto Payes Hernández	Centro de Investigaciones y Aplicaciones Nucleares, Universidad de El Salvador



ARCAL

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

	(ARCAL CII)		
RLA5054/03/01	Garantizar la seguridad de los alimentos en América Latina y el Caribe a través de un Programa Regional para el biomonitoreo de contaminantes en moluscos y peces (ARCAL CIII)	Yolanda Salazar de Tobar	Fundación CNPML El Salvador
RLA/6/061 (ARCAL CVII)	Capacitación y Actualización de los Conocimientos en la Esfera de la Física Médica	Físico William Alexander Reyes Reyes	Servicio de Radioterapia, Hospital Médico Quirúrgico y Oncológico, Instituto Salvadoreño del Seguro Social
RLA/6/063	Mejoras en el tratamiento de los pacientes con enfermedades cardíacas y cáncer mediante el fortalecimiento de las técnicas de medicina nuclear en la región América Latina y el Caribe (ARCAL CVIX)	Dr. Carlos Alfredo Rivas Ramos	Servicio de Medicina Nuclear, Hospital Nacional Rosales
RLA 6064 9003 01	“Using Nuclear Techniques to Address the Double Burden of Malnutrition in Latin America and the Caribbean” (ARCAL CX)	Ana Beatriz Sánchez	Ministerio de Salud
RLA/6/065	Fortalecimiento de la garantía de calidad en medicina nuclear (ARCAL CXI)	Dr. Carlos Alfredo Rivas Ramos	Servicio de Medicina Nuclear, Hospital Nacional Rosales
RLA/6068	MEJORA DE LA GARANTÍA DE	DR. JULIO ALFREDO CALLES	INSTITUTO SALVADROEÑ



ARCAL

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

	<i>CALIDAD EN RADIOTERAPIA EN LA REGIÓN DE AMERICA LATINA</i>		<i>O DEL SEGURO SOCIA</i>
RLA/7014	Diseño e implementación de sistemas de alerta temprana y evaluación de la toxicidad de las floraciones de algas nocivas en la región del Caribe, mediante la aplicación de técnicas nucleares avanzadas, evaluaciones radioecotoxicológicas y bioensayos (ARCAL CXVI)	Oscar Amaya Profesor Escuela de Física. Tel.2225-7466, 79734305. <a href="mailto:oscar.amaya@ues.edu.sv">oscar.amaya@ues.edu.sv</a> <a href="mailto:amaya_armando@hotmail.com">amaya_armando@hotmail.com</a>	Laboratorio de Toxinas Marinas de la Universidad de El Salvador. LABTOX-UES.

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

Título de Proyecto	Código del Proyecto	Aporte valorado
“Utilización de Radio Nucleídos Ambientales como Indicadores de la Degradación de las Tierras en los Ecosistemas de América Latina, el Caribe y la Antártida” ARCAL	RLA/5/051	\$832.00 (días técnicos, tramites aduanales y combustible durante 2011)
Garantizar la seguridad de los alimentos en América Latina y el Caribe a través de un Programa Regional para el biomonitorio de contaminantes en moluscos y peces (ARCAL CIII)	RLA5054/03/01	US\$36,140.00
Mejoras en el tratamiento de los pacientes con enfermedades cardíacas y cáncer mediante el	RLA/6/063	US \$625.46 (mi salario correspondiente a la



ARCAL

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

<p>fortalecimiento de las técnicas de medicina nuclear en la región América Latina y el Caribe (ARCAL CVIX)</p>		<p>semana de participación en la reunión de coordinadores)</p>
<p>“Using Nuclear Techniques to Address the Double Burden of Malnutrition in Latin America and the Caribbean” (ARCAL CX)</p>	<p>RLA 0664 9003 01</p>	<p>Gastos locales para realizar taller sobre métodos isotópicos duración una semana: \$3000 Experto de México que impartió taller de una semana: \$ 1500 Experto del país que viajó para recibir capacitación: \$ 3000 Participación de coordinador del proyecto en reunión en Panamá: \$3000 Tiempo trabajado por el coordinador del proyecto: \$ 2000 Tiempo trabajado por un especialista: \$1000 Reactivos para las pruebas de química sanguínea de 100 participantes: \$250 Transporte del personal para toma de muestras: \$200</p>
<p><i>REUNIÓN DE COORDINARES DE ARCAL SAN SALVADOR 24 AL 28 DE OCTUBRE DE 2011</i></p>	<p><i>RLA 60/068</i></p>	<p><i>DESCONOCIDO (todos los participantes traían en estipendio proporcionado por el OIEA) Me fue enviado de la OIEA la cantidad de US \$ 1,475, para</i></p>



ARCAL

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

		<i>renta del lugar de las reuniones</i>
Diseño e implementación de sistemas de alerta temprana y evaluación de la toxicidad de las floraciones de algas nocivas en la región del Caribe, mediante la aplicación de técnicas nucleares avanzadas, evaluaciones radioecotoxicológicas y bioensayos (ARCAL CXVI).	RLA/7/014	<p>Recurso Humano 2 profesores destinados a un cuarto de tiempo de jornada laboral. USD \$ 2 400.00/año</p> <p>Combustible terrestre para desplazamiento a sitios de muestreo. USD \$ 1 000.00 /año</p> <p>Total aportado por EL SALVADOR USD \$ 3 400.00</p> <p>Total aportado por el OIEA USD \$ 6 000.00</p>



## ARCAL

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

### ANEXO II – INDICADORES FINANCIEROS PARA VALORAR EL APOORTE DE LOS PAÍSES AL PROGRAMA ARCAL (circular en formato Excel para completar)

1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (Información a ser complementada por la Secretaría)	22,500.00
2. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	16,000.00
3. Gastos locales en eventos nacionales (aquellos que se encuentren en el Plan de Actividades)	7,890.00
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	1,500.00
5. Publicaciones	2,350.00
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	3,050.00
7. Gastos locales por Sede de Reuniones de Coordinación Técnica (OCTA)	0
8. Reparación de equipos / instrumentos	4,800.00
9. Envío de reactivos/fuentes radioactivas / otros materiales/radioisótopos	350.00
10. Realización de servicios (p.e. irradiación de materiales).	22,000.00
11) Tiempo trabajado como aporte al programa estipuladas de acuerdo a los siguientes honorarios: US \$ 3.000/mes Coordinador Nacional.	61,500.00
12) Tiempo trabajado como aporte al programa estipuladas de acuerdo a los siguientes honorarios: US \$ 2.000/mes Coordinador de Proyecto.	44,625.46
13) Tiempo trabajado como aporte al programa (estipuladas de acuerdo a los siguientes honorarios: US \$ 1.000/mes para Especialistas.	5,800.00
14) Aportes en la ejecución de cada Proyecto: a) Viáticos de profesionales que han aportado su colaboración en ejecución de alguna actividad del proyecto como experto en el país b) Transporte interno c) Viajes al exterior a reuniones no sufragadas por el Organismo, Insumos/gastos efectuados, no sufragados por el Organismo d) En ejecución de alguna actividad del proyecto	18,662.00
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc)	1,978.00
total	213,505.00

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