



ARCAL

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

INFORME ANUAL

2014

GUATEMALA

Guatemala, marzo de 2015.



ARCAL

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

CONTENIDO

	Página
INTRODUCCION	1
RESUMEN EJECUTIVO	3
PARTICIPACIÓN DEL COORDINADOR NACIONAL EN LAS ACTIVIDADES DE ARCAL	4
RESULTADOS, DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO Y DEL ACUERDO	5
ANEXOS	12



ARCAL

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

INTRODUCCIÓN

La cooperación técnica emanada del Organismo Internacional de Energía Atómica, la cual es ejecutada a través de ARCAL, ha beneficiado a Guatemala en diversos campos de aplicación. Se ha recibido capacitación, implementación y desarrollo de técnicas y aplicación de tecnologías para el uso pacífico de la energía nuclear. Guatemala ha podido llegar a los beneficiarios finales, producto de la transferencia de conocimiento, de información y de tecnología.

Estos proyectos se han focalizado en diferentes áreas de interés para el país, las cuales tienen su base en los acuerdos de país con el OIEA y fundamentalmente en el marco del Marco Programático Nacional, dentro del cual se tienen: Salud humana, Seguridad alimentaria y agricultura, Protección radiológica, Medio ambiente, entre otros.

En este sentido, la Coordinación Nacional promueve y apoya la participación de instituciones vinculadas con esta materia y que ejercen un impacto en el quehacer nacionales, dentro de estas instituciones se tienen: el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS); el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA) y sus instituciones: Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) y MOCDAMED; la Universidad de San Carlos USAC; Ministerio de Energía y Minas MEM a través de Dirección General de Energía, entre otras.

Este informe, el cual sigue los lineamientos establecidos en el Manual de Procedimientos de ARCAL, revisado en Viena, Austria en Octubre de 2014, presenta las actividades que se han desarrollado en Guatemala, en el marco de los proyectos ARCAL de los cuales el país es parte y poniendo de manifiesto, los esfuerzos de país para el logro de los objetivos que cada uno de los proyectos tiene establecidos.



1. RESUMEN EJECUTIVO

Es importante resaltar que desde 1998 Guatemala forma parte del Acuerdo de Cooperación para la Promoción de Ciencia y Tecnología Nuclear en América Latina y el Caribe (ARCAL). Durante este tiempo Guatemala ha participado en diversos proyectos regionales de cooperación técnica dentro del Acuerdo ARCAL, priorizados en áreas de interés regional que de alguna manera benefician al país.

A través de la Coordinación Nacional, se ha procurado que las Contrapartes Nacionales de los Proyectos ARCAL, jueguen el papel que les corresponde con responsabilidad en la ejecución de las actividades y de acuerdo con los objetivos y planes de trabajo, de cada uno de los proyectos, lo cual ha sido una tarea no sencilla, debido a diversas limitantes que se han tenido, pero finalmente se ha ido cumpliendo con los compromisos adquiridos en el marco de los proyectos.

Dentro del desarrollo de los proyectos ARCAL, durante el año 2014, las distintas instituciones participantes han contribuido con recursos de contrapartida, logrando con ello que la ejecución sea lo más eficaz posible y su compromiso con el desarrollo de los mismos.

La importancia que revisten los proyectos de los cuales Guatemala es parte, ha implicado una serie de acciones colaterales y transversales que ha generado una serie de interrelaciones con los distintos actores nacionales, lo cual se ha logrado en parte a una labor de divulgación, información y comunicación social en relación a los beneficios del uso pacífico de la energía nuclear y los beneficios de su aprovechamiento a través de las distintas aplicaciones nucleares en las distintos campos de la actividad humana.

Las actividades desarrolladas dentro del marco de ARCAL durante el año 2014, fueron enfocadas fundamentalmente en las áreas de salud, agricultura, seguridad alimentaria, ambiente, comunicación, entre otros. Cabe resaltar, la capacitación que se tuvo de personal de comunicación social con cooperación del OIEA en Chile, quienes a su vez han contribuido a la tarea de divulgación y promoción, lo cual ha sido de gran beneficio para el país.

Los principales logros alcanzados durante este período en el marco del Programa ARCAL y su impacto, fueron la capacitación de profesionales y técnicos de instituciones que utilizan aplicaciones nucleares con fines pacíficos, así como la transferencia de información y de tecnología, lo cual se describe en el apartado correspondiente de este informe.

La cooperación a través de ARCAL, ha sido de fundamental importancia para darle seguimiento a diversas tareas pendientes en el país, sin cuya ayuda no hubiese sido posible lograr el desarrollo de los proyectos. El aporte como país también ha sido fundamental para el logro de los objetivos trazados.

En tal sentido, como país se agradece profundamente al OIEA el apoyo recibido para hacer posible la ejecución de los proyectos, lo cual redundará en beneficio de nuestra sociedad.



2. PARTICIPACION DEL COORDINADOR NACIONAL EN LAS ACTIVIDADES DE ARCAL

El Coordinador Nacional ha jugado un papel fundamental en el seguimiento e involucramiento en los proyectos, con el propósito de que se cumplan los objetivos para los cuales los proyectos fueron establecidos y sobretodo que generen un beneficio para el país. Con lo que se pretende ir generando más capacidades en el país en cada una de las temáticas de los proyectos.

En ese sentido, durante el año 2014 el Coordinador Nacional de ARCAL, participó en la gestión de las actividades de los proyectos regionales prestando apoyo como enlace ante la Secretaría para que las contrapartes nacionales puedan desarrollar los objetivos del proyecto, asimismo realizó visitas de seguimiento, reuniones de trabajo, entre otros, con el fin primordial de que el beneficio de los proyectos se viera reflejado en un beneficio para el país, para ello se visitaron diversas instituciones con el fin último de crear conciencia acerca de la importancia que tiene el uso pacífico de la energía nuclear y procurar su involucramiento en las actividades que demandan los proyectos.

También durante el año 2014, en el marco de la promoción, divulgación y transferencia de información, se llevaron a cabo actividades para dar a conocer los beneficios obtenidos en Guatemala por la ejecución de los proyectos ARCAL. Esta como una actividad constante, con el fin de hacer una campaña de divulgación y visualización de los proyectos ARCAL para lo cual se invitó a diversas instituciones públicas para dar a conocer mediante reuniones de información, los alcances de la utilización responsable y con fines benéficos de las tecnologías nucleares.

Las tareas de divulgación se desarrollaron en base a un trabajo conjunto con el personal del Departamento de Protección Radiológica, personal de la Unidad de Comunicación Social y Relaciones Públicas del Ministerio de Energía y Minas y personal de otras instituciones gubernamentales que han manifestado su interés y apoyo para abordar esta temática en el país.



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

RLA 5065 ARCAL

“Mejora de los sistemas de producción agrícola mediante la eficacia en el uso de los recursos

Del 5 al 9 de mayo del 2014 se llevó a cabo la primera reunión de coordinadores del Proyecto RLA/5/065, en la república de Uruguay con el auspicio del Organismo Internacional de Energía Atómica, su Departamento de Cooperación Técnica en cooperación con el Gobierno del Uruguay. Cada país presentó su situación con respecto al manejo de los suelos, el uso de fertilizantes y su experiencia en el uso de técnicas isotópicas para evaluar la eficacia en el uso de fuentes de nitrógeno. Igualmente, cada país presentó su proyecto de investigación, principalmente, para evaluar el uso de los distintos materiales orgánicos como fuente de Nitrógeno y/u nutrientes, y el uso de las técnicas isotópicas para su medición.

Durante la visita del experto, se aprovechó para tomar muestras de planta y suelo de cultivos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y maíz (*Zea mays* L.) de una plantación mixta establecida en tierras de las oficinas centrales del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas –ICTA-, esto con el fin de medir el ^{15}N de abundancia natural, las muestras para determinar la abundancia natural de ^{15}N , se secaron, molieron y envasaron, las cuales se encuentran listas para ser enviadas al laboratorio.

RESULTADOS

Se estableció título del proyecto: ***Efecto de abonos verdes como fuente de Nitrógeno, aplicados en diferentes épocas antes de la siembra de maíz, en condiciones de campo, utilizando, para la medición de su efecto, técnicas isotópicas.***

Se diseñaron las metodologías a seguir y se establecieron 2 tomando en cuenta las condiciones a estudiar.

**PROYECTO RLA 6071****EVALUACION DE LA INGESTA DE LECHE MATERNA Y COMPOSICION CORPORAL DE INFANTES Y MADRES, MEDIDO UTILIZANDO SOLUCION DE DEUTERIO COMO INDICADOR DE BUENAS PRACTICAS DE ALIMENTACION Y ESTADO NUTRICIONAL**

Este ha sido el primer estudio de medición de ingesta de leche materna usando métodos isotópicos realizados en Guatemala. Los resultados muestran la doble carga de malnutrición que hay en el país y su relación con proporción de grasa corporal alta. Por otro lado, la lactancia materna exclusiva no tuvo un efecto negativo en la composición corporal de los infantes. El instrumento de reporte de la madre y el recordatorio de 24 horas tuvieron buena sensibilidad y aceptable especificidad para identificar lactancia materna exclusiva. Evaluar estas asociaciones utilizando técnicas precisas contribuye significativamente a clarificar el rol potencial de la lactancia materna como un factor protector sobre la obesidad en la niñez. Esta evidencia se añade a los beneficios conocidos de la lactancia materna en términos de supervivencia corta y desarrollo cognitivo y sugiere un rol crítico de la lactancia materna para asegurar salud a corto y largo plazo en países que padecen la doble carga de la malnutrición, y la identificación de estrategias preventivas efectivas para la obesidad y enfermedades crónicas

Los gastos de las instituciones de contrapartida son mucho mayores a los 10,000 euros que se pide colocar como máximo, ya que se están realizando actividades de muestreo y análisis de laboratorio para generar los mapas de riesgo. En 2014 los gastos de contrapartida correspondieron a € 26,775.0

Principales resultados

La ingesta de leche materna de los niños que la madre refirió amamantar en forma exclusiva fue de 786 (733-838) ml/día, significativamente más alto que los niños no amamantados en forma exclusiva (621, 524-719 ml/día). El volumen total ingerido al día no fue distinto entre estos dos grupos (825 vs 878 ml/día, $p=0.31$). El porcentaje de masa grasa a los 3 y 11 meses de edad de los infantes evaluados no varió (25.8 ± 4.2 vs 25.5 ± 6.2). La proporción de niños con retraso en el crecimiento aumentó de 13 a 22% entre los 3 y 11 meses de edad. El IMC de las madres participantes fue alto a los 3 y 11 meses post-parto (26.3 ± 3.4 y 27.0 ± 3.9 kg/m²), al igual que el % de masa grasa (36.4 ± 6.3 y 40.5 ± 5.5). La proporción de madres con sobrepeso u obesidad (IMC ≥ 25) fue de 64 y 59%, respectivamente. Al comparar los niños que la madre refirió amamantar en forma exclusiva ($n=18$) a los niños no amamantados en forma exclusiva ($n=18$), se encontró que el % de masa grasa era mayor en los amamantados en forma exclusiva a los 3 meses de edad (27.1 ± 5.1 vs 24.5 ± 2.7 , $p<0.001$). Esta diferencia desapareció a los 11 meses de edad (25.6 ± 6.3 vs 25.4 ± 6.4 , $p=0.96$). Al comparar el reporte de la madre y el recordatorio de 24 horas contra el volumen de leche materna medido por deuterio, la sensibilidad de ambos métodos fue alto (92%, 62-99 95% CI; 100%, 72-100), aunque la especificidad fue menor (74, 51-89; 61, 39-79).

Conclusiones



Este ha sido el primer estudio de medición de ingesta de leche materna usando métodos isotópicos realizado en Guatemala. Los resultados muestran la doble carga de malnutrición que hay en el país y su relación con proporción de grasa corporal alta. Por otro lado, la lactancia materna exclusiva no tuvo un efecto negativo en la composición corporal de los infantes. El instrumento de reporte de la madre y el recordatorio de 24 horas tuvieron buena sensibilidad y aceptable especificidad para identificar lactancia materna exclusiva. Evaluar estas asociaciones utilizando técnicas precisas contribuye significativamente a clarificar el rol potencial de la lactancia materna como un factor protector sobre la obesidad en la niñez. Esta evidencia se añade a los beneficios conocidos de la lactancia materna en términos de supervivencia corta y desarrollo cognitivo y sugiere un rol crítico de la lactancia materna para asegurar salud a corto y largo plazo en países que padecen la doble carga de la malnutrición, y la identificación de estrategias preventivas efectivas para la obesidad y enfermedades crónicas.

Dificultades encontradas

Externas

- a) Pérdida de sujetos en el seguimiento, incluyendo la muerte de una madre participante y embarazo en otra.
- b) Reclutamiento lento de pares madre/niño por dificultad en encontrar sujetos que cumplieran con los criterios de inclusión.
- c) Falta de interés del ministerio de salud en el proyecto; no brindó apoyo para el mismo.

Dificultades Internas

Cambio en la coordinación del trabajo de campo por salida del investigador en formación para continuar estudios de doctorado en dos ocasiones

PROYECTO RLA/7019

Desarrollo de indicadores para la determinación del efecto de pesticidas y metales pesados y contaminantes emergentes en ecosistemas de aguas continentales importantes para la agricultura y agroindustria.

Los resultados generados a la fecha, se han encontrado niveles de arsénico y mercurio en el lago de Atitlán, que no habían sido reportados con anterioridad.

Se realizaron muestreos de agua en el Lago de Atitlán, determinándose niveles de nutrientes, parámetros fisicoquímicos y niveles de arsénico y mercurio en agua del Lago de Atitlán y afluentes, que serán de utilidad para la elaboración de mapas de riesgo. Se colectaron sedimentos en el Lago de Atitlán y Lago de Petén Itzá, para iniciar con el proceso de fechamiento. Se obtuvo presupuesto para realizar experimentos con biomarcadores en peces y cangrejos del lago de Atitlán en 2015. Se colectaron muestras de aguas residuales en la entrada y salida de la principal planta de tratamiento de aguas residuales en el Lago de



ARCAL

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

Atitlán. Además de la formación de alianzas con una carta de entendimiento entre Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia y AMSCLAE sobre actividades y coordinación del proyecto.

Recursos financieros aportados por la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia y AMSCLAE

Descripción del gasto	Valor (euros)
Viáticos en el interior	2,000.00
Viáticos en el exterior	3,600.00
Transporte	800.00
Reactivos	8,000.00
Uso de equipo	9,000.00
Sueldos personal	12,600.00
Compra de Equipo	4,000.00
Insumos para preparación de muestras	3,000.00
Uso de lancha (AMSCLAE)	2,000.00
Personal técnico (AMSCLAE)	1,000.00
Total	46,000.00

Los gastos de las instituciones de contrapartida son mucho mayores a los 10,000 euros que se pide colocar como máximo, ya que se están realizando actividades de muestreo y análisis de laboratorio para generar los mapas de riesgo. En 2014 los gastos de contrapartida correspondieron a € 46,000.00

Durante el año 2014 se realizó el monitoreo del Lago de Atitlán, habiéndose realizado 4 muestreos, analizándose los nutrientes y principales parámetros fisicoquímicos. Se determinaron niveles de arsénico en agua del Lago de Atitlán y afluentes. Se colectaron sedimentos en el Lago de Atitlán y en el Lago Petén Itzá. Se colectaron muestras de aguas residuales en la entrada y salida de la principal planta de tratamiento de aguas residuales en Panajachel, cuyas aguas son descargadas al Lago de Atitlán. Para estas actividades, se dispuso de los siguientes recursos financieros:



Tabla de actividades

Nombre de la Reunión	Nombre del participante	Institución	Fecha ejecución	Lugar
Desarrollo de Indicadores para determinar los efectos de los plaguicidas, metales pesados y contaminantes emergentes en los ecosistemas acuáticos continentales	Juan Francisco Pérez Sabino	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia	24 al 28 de febrero de 2014.	San José de Costa Rica
Primer Simposio sobre Investigaciones Científicas y Tecnológicas en la Cuenca del Lago de Atitlán	Juan Francisco Pérez Sabino	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia	septiembre de 2015	
Simposio de la Red 411RT0430-Programa CYTED Experiencias positivas y buenas prácticas en materia de restauración de ecosistemas degradados	Juan Francisco Pérez Sabino	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia	8 al 10 de octubre de 2014	Ciudad de Panamá, Panamá

Se realizaron muestreos de agua en el Lago de Atitlán, determinándose niveles de nutrientes, parámetros fisicoquímicos y niveles de arsénico y mercurio en agua del Lago de Atitlán y afluentes, que serán de utilidad para la elaboración de mapas de riesgo. Se colectaron sedimentos en el Lago de Atitlán y Lago de Petén Itzá, para iniciar con el proceso de fechamiento. Se obtuvo presupuesto para realizar experimentos con biomarcadores en peces y cangrejos del lago de Atitlán en 2015. Se colectaron muestras de aguas residuales en la entrada y salida de la principal planta de tratamiento de aguas residuales en el Lago de Atitlán.

El impacto de las anteriores actividades se puede expresar en el mejoramiento de la coordinación interinstitucional para la resolución de problemas ambientales con las autoridades de las cuencas. Así mismo, un mejor aprovechamiento de los recursos de laboratorio existentes en el país, para generar resultados para el proceso de toma de decisiones en relación con el mejoramiento del medio ambiente y servicios analíticos para el control de los productos agroindustriales en el país.

En cuanto a los resultados generados a la fecha, se han encontrado niveles de arsénico y mercurio en el lago de Atitlán, que no habían sido reportados con anterioridad, y que son de utilidad para evaluar una propuesta existente a la fecha, por otras instituciones, sobre la “exportación” de aguas residuales hacia la costa sur, afuera de la cuenca del lago, lo cual, según los resultados obtenidos, no debe realizarse, ya que se contaminaría la costa sur con metales, afectando así la calidad de los productos agrícolas

Se mencionarán los problemas y dificultades presentados durante el desarrollo del proyecto, haciéndose énfasis en las soluciones.

A la fecha se han obtenido resultados de niveles de nutrientes y metales en agua del Lago de Atitlán, como base para el planteamiento de mapas de riesgo del lago, que se espera terminar al completar el proyecto.



Las principales dificultades encontradas, han sido:

Por mal tiempo, dos muestreos del Lago de Atitlán, no pudieron realizarse en fechas programadas, pero se realizaron en las fechas más próximas posibles, colectándose las muestras como se planificó.

Atraso en capacitaciones de personal en cursos del OIEA correspondientes al proyecto. En la primera reunión de coordinación se planificó un curso de muestreo y datación, y otro de modelación en el cuarto trimestre de 2014. Los cursos se reprogramaron para 2015 según información recibida, por lo que la planificación de algunas actividades de colecta de muestras e información se ha reprogramado para iniciarse en el segundo semestre de 2015.

RLA 7020

Establecimiento de la Red del Caribe para la observación de la acidificación del océano y su impacto sobre floraciones de algas nocivas, utilizando técnicas nucleares e isotópica.

En el marco de este proyecto se realizaron algunas acciones, tales como capacitación de profesionales en temas relacionados con la materia. Asimismo, se comenzó a trabajar en el proyecto de investigación relacionado con la intoxicación por peces con Ciguatera (CFP), cuyo fin es determinar la presencia de dinoflagelados productores de ciguanotoxina y correlacionar esa información con posibles casos de sintomatologías de intoxicación por ciguatera que se reporten en hospitales, centros de salud y pescadores. Además, de generar una base de datos de organismos identificados nativos del Mar Caribe de Guatemala con microscopía electrónica de barrido, la cual se llevara a cabo en la Universidad de Costa Rica. Para ello se tienen los siguientes objetivos:

Objetivo general

Determinar la presencia de organismos productores de ciguanotoxina en el Caribe guatemalteco.

Objetivos específicos

Identificar los dinoflagelados presentes en macroalgas, pastos marinos y arrastres en el Caribe Guatemalteco.

Fijar muestras de *Gambierdiscus sp* y otros dinoflagelados de interés, llevarlos a la Universidad de Costa Rica para realizar fotografía en microscopio electrónico de barrido para su posterior identificación.

Se ha ya formulado una propuesta de investigación con el fin de darle seguimiento a los Objetivos del proyecto RLA 7020.

Resultados Esperados

El conocimiento básico de la biodiversidad nacional es de suma importancia para la toma de decisiones, relacionadas con el uso de los recursos en forma adecuada y sostenible. Si desconocemos, sobre los organismos que están presentes en nuestras costas, no podemos tomar medidas de mitigación, como es el caso de la ciguatera, es un problema de salud pública muy fuerte en muchos países del mundo, dentro de ellos los que se encuentran dentro del Mar Caribe.



ARCAL

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

Si nosotros leemos la literatura actual sobre el tema, no se encuentra ninguna citación de la presencia de ciguatera o de los dinoflagelados que la producen para Guatemala. La gran pregunta es qué: hay o no hay ciguatera y dinoflagelados tóxicos en el Caribe de nuestro país. Estamos ante un total desconocimiento sobre una condición importante para el pueblo de Guatemala, así como para los turistas que nos visitan.

Los resultados esperados es conocer los organismos asociados a la ciguatera que estén en el Mar Caribe de Guatemala, esta identificación nos debe de llevar a generar una base de datos de los Géneros y Especies presentes, información que puede servir para escribir un artículo científico para algún tipo de journal o Revista especializada



ARCAL

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

4. ANEXOS

En el siguiente cuadro, se presentan los gastos derivados de la ejecución de los proyectos, tanto en materia de recursos humanos como materiales y suministros.

(4.1) Proyectos en los que el país participó activamente en 2014

Código de Proyecto	Institución	Coordinador	Aporte
RLA5065	ICTA	Raúl Alfaro	No contabilizado aun.
RLA 6071	Instituto Nutrición de Centro Americano y Panamá	Manuel Ramírez Zea	EUR 26,775.00
RLA 7019	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia y otras contrapartes.	Juan Francisco Pérez Sabino	EUR 46,000.00
RLA7020	Centro de Estudios del Mar-CEMA	Leonel Carrillo Ovalle	No contabilizado aun.
TOTAL			EUR 72,775.00